LIBRARY
Brigham Young University

Wegweiser

in der

Zuckerfabrikation.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

6.64.1
St 23w

Wegweiser

in der

Zuckerfabrikation.

Vorzugsweise zum Gebrauch

für

Fabrikbeamte, Techniker, Siedemeister 2c.

von

Dr. K. Stammer.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1876.

Die Herausgabe einer Ueberſetzung in franzöſiſcher und engliſcher Sprache, ſowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

THE LIBRARY
BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY
PROVO, UTAH

Vorwort.

Neben meinem in demselben Verlage wie dieser „Wegweiser" erschienenen ausführlichen Lehrbuche der Zuckerfabrikation wird eine kürzer gefaßte, gedrängte Behandlung desselben Gegenstandes gewiß von Nutzen sein. Der „Wegweiser" ist namentlich für solche Leser bestimmt, welche unter Vermeidung vollständiger, vielseitiger und wissenschaftlicher Auseinandersetzungen mehr eine bündige, in kurzer Zeit zu erlangende und übersichtliche Belehrung suchen, und die deßhalb lieber auf die eingehendere Erörterung mancher, hier wohl nicht näher zu bezeichnender Gegenstände verzichten. Nicht weniger ist auch der Preisunterschied zwischen beiden Bearbeitungen ein Umstand, der für die allgemeinere Verbreitung in praktischen und anderen Kreisen alle Beachtung verdient.

Daß sich der „Wegweiser" im Ganzen an mein Lehrbuch anlehnt und in mancher Beziehung durch dieses seine Ergänzung und Vervollständigung zu finden vermag, bedarf wohl keines näheren Nachweises, ebenso, daß manche Angaben seit dem Erscheinen dieses letzteren Berichtigungen haben erfahren können.

Eine eingehendere Berücksichtigung habe ich den Vorschriften für die Untersuchungen zur Betriebsüberwachung, d. h. denjenigen gewidmet, welche im Fabriklaboratorium zu praktischen Zwecken auszuführen sind. Wenn man in Betracht zieht, daß es bei diesen Untersuchungen viel mehr auf Schnelligkeit und Sicherheit der Ausführung, auch in der Hand des weniger Geübten, als auf volle wissenschaftliche Genauigkeit ankommt, daß man

dabei mehr nach Aufklärung über eine nur beschränkte Anzahl technischer Vorgänge, als nach Ermittelung allgemeiner Gesetze oder erschöpfenden chemischen Forschungen strebt, so wird man verstehen, weßhalb den betreffenden Vorschriften eine noch größere Ausdehnung nicht gegeben, und doch auch Manches darunter aufgenommen worden ist, was in dem Lehrbuche nicht Platz fand. Wo mehre Wege zum Ziele zu führen vermögen — und das ist ja bei den meisten Untersuchungen der Fall — ist nur derjenige berücksichtigt worden, welcher sich in langjähriger Fabrikpraxis am meisten für den Zweck bewährt hat, und der also für die besondere Art von Untersuchungen, um die es sich hier handelt, am meisten zu empfehlen ist. Dabei sind die Angaben derartig, daß der Vorsteher des Fabriklaboratoriums wohl immer hinreichende Auskunft und sichere praktische Anleitung finden wird.

Somit hoffe ich, daß in Bezug sowohl auf den praktischen Betrieb, wie auf dessen Ueberwachung der „Wegweiser" das Unentbehrliche enthalten werde, ohne durch Ueberflüssiges unnöthig ausgedehnt zu sein.

Koberwitz, 1. August 1876.

Dr. K. Stammer.

Inhaltsverzeichniß.

Erstes Kapitel.

Die Zusammensetzung der Rübe und des Rübensaftes.

Seite

Die Runkelrübe 1
Der Rohrzucker 1
Das Aräometer 2
Die Spindeln 3
Vergleichstabelle 6
Andere Zuckerarten 13
Die stickstoffhaltigen Körper 15
Die Faser und die sonstigen Bestandtheile 15

Zweites Kapitel.

Die Untersuchung der Rübe und des Rübensaftes.

Wasser, Saftmenge, Faser 17
Gelöste Bestandtheile 17
Darstellung des Säftemusters 18
Zucker 19
Polarisationsmethoden 19
Polarisationstabellen 22
Bleiessiglösung 27
Behandlung der Kölbchen u. s. w. 29
Filtriren 29

Seite
Der veränderte Zucker 29
Die Reinheit 31
Die Werthzahl 32
Asche und Salze 33

Drittes Kapitel.

Die Saftgewinnung.

1. Allgemeines 35
Waschen 36
Putzen 37
2. Saftgewinnung durch Auspressen 37
1. Das Reiben 37
Wasserzusatz beim Reiben 44
Die Luft im Brei 44
2. Die Pressen 45
Hidraulische Pressen 45
Pumpwerke 46
Vorpressen 54
Verbesserte Aufstellung der Pressen 58
Doppeltes Pressen 61
Die Preßtücher 64
Allgemeine Regeln, die Saftgewinnung durch Pressen betreffend 66
3. Schützenbach'sches Auslauge- oder Mazerationsverfahren 67
Allgemeines 67
Einrichtung der Gefäße 68
Aufstellung der Gefäße 72
Neuere Verbesserungen 73
Arbeitsweise 74
Vorzüge und Erfordernisse 75
Rückstände 76
4. Saftgewinnung mittelst Schleudern 77
Die Schleudern und ihr Betrieb 77
Rückstände 83
5. Die Entfaserung 83
6. Das Walkhoff'sche Verfahren 85
7. Das Diffusionsverfahren 88
Allgemeines 88
Vorgänge bei der Saftgewinnung durch Diffusion 89
Schnitzelmaschine 92
Behandlung der Messer 94
Die Batterie und die Arbeit mit derselben 98
Die Luftkompressionspumpe 101
Der Kalkzusatz 103
Das Schulz'sche Verfahren 104
Ingangsetzen und Absüßen 107
Verschiedene Abänderungen 109

Seite
Rückstände 109
Allgemeine Regeln für gute Diffusionsarbeit 110
8. Untersuchung der Produkte und Rückstände 113
Allgemeines 113
Herstellung der Durchschnittsmuster 113
Preßverfahren 113
Schleuderverfahren 114
Mazeration 114
Diffusion 114
Untersuchung der Saftproben 116
Untersuchung der Rückstände 116
Beispiele 121

Viertes Kapitel.

Scheidung und Saturation.

Allgemeines 122
Aeltere Methoden 123
Wirkung der Scheidung 126
Gehalt der Kalkmilch 127
Saturation des klaren Saftes 128
Darstellung der Kohlensäure 129
Betrieb der Kalköfen 131
Kohlensäurepumpe 133
Untersuchung der Kohlensäure 134
Wirkung der Saturation 138
Neuere Scheidungs- und Saturationsverfahren 139
Doppelte Saturation 139
Schlammsaturation, Jelineck'sches Verfahren 140
Verschiedene Arbeitsweisen 142
Gefäße für die Schlammsaturation 144
Die Schlammarbeit 146
Daneck'sche Filterpresse 146
Trinks'sche Filterpresse 149
Regeln bei der Schlammarbeit 151
Entzuckerung des Schlammes 152
Menge und Zusammensetzung der Schlammpreßlinge 155

Fünftes Kapitel.

Die Filtration über Knochenkohle.

Die Filtration und die Filter 156
Die Filter 157

*

Seite
Die Filterarbeit 159
Wirkungsweise der Knochenkohle, Absüßen der Filter 166
Verwendung der Süßwasser 171
Wiederbelebung der Knochenkohle 172
Allgemeines 172
Entkalken oder Säuren 174
Gährung 176
Entfernung des Gipses 177
Waschen und Auskochen 180
Dämpfen 183
Glühen 183

Sechstes Kapitel.

Untersuchungen.

1) Untersuchung der Säfte und Süßwasser 190
Bestimmung des Zuckers 190
Kalkbestimmung 191
Farbebestimmung 195
Süßwasser 195
2) Untersuchung des Schlammes 195
3) Untersuchung der Knochenkohle 197
Zucker 197
Kalk 198
Entfärbungskraft 202
Glühung 206

Siebentes Kapitel.

Das Kochen und die Fabrikprodukte.

Allgemeines 208
I. Die Rohzuckerarbeit 209
1) Die Verdampfung 209
2) Das Verkochen 227
Der Vakuumapparat 229
Dampftöpfe 233
Das Kochen 236
Kornkochen 238
Fettkochen 240
3) Die Füllmasse 242
4) Die Trennung von Zucker und Sirup und die Nachprodukte 243
Rohzucker verschiedener Produkte 245
Ablaufenlassen, Decken 246
Maischen und Schleudern 248

Seite
Neuere Schleuder- und Deckmethoden 255
Nachprodukte 258
Kristallzucker 259
5) Die Melasse 260
6) Die Untersuchung der Produkte und die Ausbeutebestimmung . . . 261
Bestimmung des Zuckers 261
Die Polarisationsinstrumente 261
Mitscherlich 262
Soleil 263
Scheibler-Soleil 266
Die Beobachtung 266
Veränderter Zucker 269
Bestimmung des Wassers und der Gesammtmenge des Nichtzuckers . 269
Aschenbestimmung 271
Farbe 271
Bestimmung der Ausbeute 271
II. Die Raffineriearbeit 273
Schmelzen und Klären 274
Schleudern 275
Das Filtriren 276
Die Säuren 277
Das Kochen und Ausfüllen 278
Bodenarbeit und Decken 283
Die Nachprodukte 287
III. Die Melisarbeit 288
Einwurfmelis 288
Beispiele 289
Erstes Beispiel 289
Zweites Beispiel 292
Drittes Beispiel 293
Viertes Beispiel 293
Fünftes Beispiel 293

Anhang.

Allgemeine Regeln für den Betrieb der Dampfkessel. 295

Erstes Kapitel.

Die Zusammensetzung der Rübe und des Rübensaftes.

Das Fleisch der Runkelrübe besteht im Wesentlichen aus einem Zellgewebe mit farblosem, zuckerführendem Saft. Durchschneidet man eine Rübe in horizontaler Richtung, so bemerkt man konzentrische Ringe, welche den Blattringen am Kopfe der Wurzel entsprechen und deren Breite mit der Entwickelung der Blätter im Zusammenhange steht. Die ältesten Blätter entsprechen den mittelsten, die jüngsten (innersten) Blätter den äußeren Ringen. Wenn die Blätter sehr groß und kräftig sind, so sind die denselben zugehörigen Ringe im Allgemeinen ebenfalls groß und saftig, aber zuckerarm.

Das Zellgewebe der Rübe zeigt an den verschiedenen Stellen des Querschnittes verschiedene Eigenthümlichkeit in Form und Zusammensetzung und trägt dem entsprechend verschiedene Namen.

Der Zellsaft enthält nur kleine Mengen fester Körper. Von gelösten sind außer häufig vorhandenem Farbstoff zugegen: Rohrzucker, Gerbstoff, organische Säuren und Mineralsalze.

Was den Zucker anbetrifft, so finden sich die größten Mengen desselben im Zellgewebe und zwar sind gewisse länglich geformte Zellen vorzugsweise die Träger desselben.

Der Zucker. Der in der Runkelrübe vorkommende Zucker ist derselbe, welcher sich in dem Zuckerrohr findet; man nennt ihn zum Unterschiede von anderen ähnlichen Stoffen Rohrzucker oder kristallisirbaren Zucker.

Der Rohrzucker besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; eine wenig verschiedene Zusammensetzung zeigen, außer den übrigen Zuckerarten, viele andere im Pflanzenreich vorkommende Körper, wie die Stärke, der Gummi.

Außer dem Rohrzucker giebt es noch eine Reihe von ähnlichen Körpern oder Zuckerarten, von denen namentlich zwei in vielen Beziehungen demselben sehr ähnlich sind, nämlich die Glukose und die Levulose. Ein Gemisch dieser beiden Zucker

wird als Invert- oder veränderter Zucker bezeichnet, auch nennt man dasselbe wohl unkristallisirbaren, so wie unrichtiger Weise manchmal Traubenzucker (s. u.).

Der Rohrzucker oder der Zucker im Besonderen findet sich sehr allgemein im Pflanzenreich verbreitet, der Saft des Zuckerrohrs und einiger Rübenarten ist besonders reich daran. Auch der Saft verschiedener Bäume, namentlich des Zuckerahorns, enthält im Frühjahre Rohrzucker.

Der reine Zucker bildet große farblose Kristalle, meist schiefe rhombische Säulen mit abgestumpften Seitenkanten.

Die Figuren 1 und 2 zeigen zwei einzelne Kristalle von Kandiszucker in natürlicher Größe.

Fig. 1.

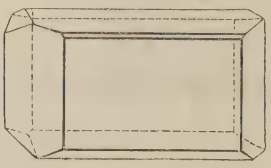
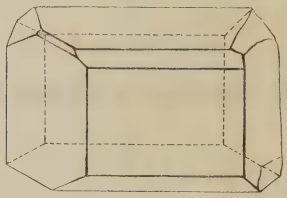


Fig. 2.



Das spezifische Gewicht des kristallisirten Zuckers ist 1,5813.

Der reine Zucker schmeckt rein süß, ist im Wasser leicht löslich und zwar nimmt die Löslichkeit mit der Temperatur zu. Bei gewöhnlicher Temperatur bedarf der Zucker zu seiner Lösung die Hälfte seines Gewichtes Wasser, in der Siedehitze aber viel weniger.

Die Lösungen des Zuckers in Wasser sind um so dichter oder spezifisch schwerer, je mehr Zucker sie im Verhältniß zum Wasser enthalten. Bei reinen Zuckerlösungen kann man demnach aus der Dichtigkeit die Menge des gelösten Zuckers direkt ableiten. Bei solchen Lösungen, welche außer Zucker noch andere Stoffe enthalten, stimmt die Dichtigkeit im Allgemeinen um so weniger mit derjenigen der reinen Lösung überein, je größer die Menge der fremden Stoffe, und je größer deren Einfluß auf die Erhöhung des spezifischen Gewichtes ist. Wenn man also nach der Dichtigkeit allein auf den Gehalt der Lösungen im Zucker schließt, so ist dieser Schluß nur bei reinen Lösungen richtig, und bei unreinen um so näher der Wahrheit, je weniger fremde Substanzen den Zucker begleiten.

Zur Erkennung der Dichtigkeit der Zuckerlösungen bedient man sich in der Regel der Spindel, des Aräometers oder der Senkwage, welche für diesen Zweck Saccharometer heißt.

Es ist dies ein gläsernes Instrument, welches durch seine Form und Belastung so eingerichtet ist, daß es in den auf ihre Dichtigkeit zu prüfenden Flüssigkeiten in senkrechter Stellung schwimmt. Nach den physikalischen Gesetzen ist bei eingetretenem Gleichgewichte in der Schwimmstellung der Spindel das Gewicht derselben gleich dem Gewichte desjenigen Raumtheiles der betreffenden Flüssigkeit, welcher genau gleich ist dem Umfang der Spindel bis zu dem Punkte, bis

zu welchem sie in dieser Flüssigkeit eingesunken ist. Je größer das spezifische Gewicht (oder der Zuckergehalt) der Flüssigkeit ist, einen desto geringeren Raum muß also ein dem Gewichte des Aräometers gleiches Gewicht derselben einnehmen, oder, was dasselbe ist, es sinkt die Spindel in derselben um so weniger tief ein, je dichter, also je zuckerreicher die Lösung ist. Der Punkt, bis zu welchem das Einsinken stattfindet, bezeichnet also die Dichtigkeit oder den Zuckergehalt der Lösung, welche in verschiedener Weise ausgedrückt werden können. Es giebt, je nach diesem Ausdruck, verschiedene Aräometer, deren Angaben mittelst Tabellen in einander übergeführt werden können.

Das älteste Aräometer ist das von Baume; es ist noch in vielen Fällen im Gebrauch, giebt aber nur Zahlen oder Grade an, die zwar auf einer bestimmten Basis beruhen, zu der Dichtigkeit der Zuckerlösungen aber nicht in einem einfachen Verhältniß stehen. Man kann aus den Graden Baume, welche eine Zuckerlösung besitzt, nicht unmittelbar deren Gehalt erkennen.

Das für die Praxis der Zuckerfabrikation geeignetste und daher auch mehr und mehr in Gebrauch genommene Aräometer ist das Balling'sche oder das davon nur wenig abweichende Brix'sche. Dasselbe ist so eingerichtet, daß es an den Punkten, bis zu welchen es in verschieden dichten Zuckerlösungen einsinkt, anstatt der Zahlen, welche die entsprechenden Dichtigkeiten ausdrücken, den Gehalt an Zucker in 100 Gewichtstheilen der Flüssigkeiten trägt.

Wenn also diese Spindel in einer Zuckerlösung z. B. bis zu dem mit 10 bezeichneten Punkt einsinkt, so bedeutet dies, daß die Lösung 10 Gewichtsprozente Zucker enthält, oder aus 90 Gewichtstheilen Wasser und 10 eben solchen Theilen Zucker besteht; sinkt die Spindel bis zum Punkte 30 ein, so besteht die Lösung aus 70 Thln. Wasser und 30 eben solchen Theilen Zucker; sie enthält 30 Gewichtsprozente Zucker.

Bei allen Aräometerbeobachtungen hat man nur den tiefsten Punkt der Krümmung (Wölbung) der Flüssigkeitsoberfläche zu berücksichtigen, welche durch die Befeuchtung des Spindelstieles etwas emporgezogen wird.

Die Spindeln sind um so empfindlicher, je größer der Schwimmkörper und je feiner der Stiel mit der Skala ist.

Natürlich wächst hiermit aber auch die Länge des Instrumentes und es entsteht daher die Nothwendigkeit, die Skala auf mehre Spindeln für die verschiedenen Lösungen zu vertheilen. Für die meisten Wägungen im Fabrikbetriebe genügen solche Spindeln, welche ganze oder halbe (Prozente) Grade leicht erkennen lassen, und welche also für einen großen Unterschied von Dichtigkeiten mit einer verhältnißmäßig kurzen Skala ausreichen. Für Wägung solcher Lösungen, bei denen es auf die Erkennung geringer Unterschiede ankommt, benutzt man dann besondere Spindeln mit wenigen, aber sehr ausgedehnten Graden, welche selbst Zehntelprozente richtig abzulesen gestatten.

Für die Bedürfnisse des Zuckerfabrikbetriebes sind erfahrungsmäßig folgende Balling'sche Spindeln erforderlich und genügend:

Für genauere Wägung der Lösungen aller Art, weniger in der Fabrik als im Laboratorium, sind zu empfehlen

Spindeln von 1 bis 10 Proz.,
„ „ 10 „ 20 „
„ „ 20 „ 30 „

in deutlich abzulesende Zehntel getheilt.

Für die gewöhnlichen Wägungen der dünneren Säfte aller Art (Rübensäfte verschiedener Herkunft, Filterdünnsaft u. s. w.) in der Fabrik (auch für Kalkmilch und andere Zwecke anwendbar)

Spindeln von 0 bis 25 Proz.,

in Halbe getheilt, welche noch Viertel schätzen lassen.

Für Dicksäfte, Deckkläre, Sirupe u. dgl.

Spindeln von 30 bis 60 Proz.
und „ 50 „ 90 „

in Halbe getheilt wie oben.

Für nur annähernde Wägungen, beim Dünnsaftkochen u. s. w., für Säfte aller Art:

Spindeln von 0 bis 60 Proz.,

in ganzen Graden, welche halbe schätzen lassen.

Für solche Stationen, wo nur bestimmte Flüssigkeiten von großer Verdünnung genau zu wägen sind, also beim Filterabsüßen, Nachpreßsaft, Diffusionsabsüßen u. s. w.,

Spindeln von 0 bis 4 Proz.,

in deutlich abzulesende Zehntel getheilt.

Eingeschmolzene Thermometer empfehlen sich für die Fabrikpraxis nicht.

Ein für die gewöhnlichen Wägungen ausreichendes Aräometer, von 0 bis 25 (s. o.), zeigt Fig. 3 in natürlicher Größe. Fig. 4 stellt ein solches für genauere Wägungen (von 10 bis 20 in Zehntel) dar.

Fig. 3.

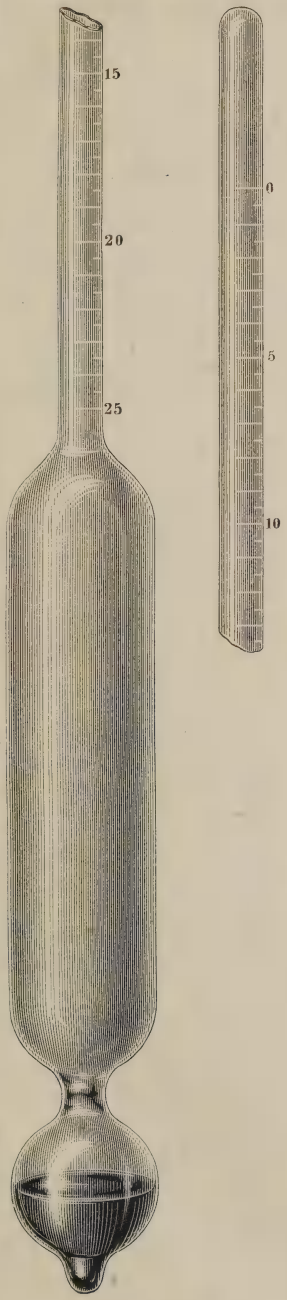


Fig. 4.

Den genauesten Vergleich zwischen Gewichtsprozenten Zucker (Prozenten Brix oder Balling) nach Zehnteln, mit den spezifischen Gewichten und den Graden Baume gestattet folgende Tabelle.

Tabelle I
zur Uebertragung von Zehntelprozenten Zucker von 0 bis 66 Prozent in spezifisches Gewicht und Grade Baume.

Gewichtsprozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichtsprozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichtsprozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume
0,0	1,000	0,0	3,1	1,012	1,7	6,1	1,024	3,4
0,1	1,000	0,06	3,2	1,013	1,8	6,2	1,025	3,4
0,2	1,001	0,11	3,3	1,013	1,8	6,3	1,025	3,5
0,3	1,001	0,17	3,4	1,013	1,9	6,4	1,025	3,6
0,4	1,001	0,22	3,5	1,014	1,9	6,5	1,026	3,6
0,5	1,002	0,28	3,6	1,014	2,0	6,6	1,026	3,7
0,6	1,002	0,33	3,7	1,015	2,0	6,7	1,027	3,7
0,7	1,003	0,39	3,8	1,015	2,1	6,8	1,027	3,8
0,8	1,003	0,44	3,9	1,015	2,2	6,9	1,027	3,8
0,9	1,003	0,5	**4,0**	1,016	2,2	**7,0**	1,028	3,9
1,0	1,004	0,55						
1,1	1,004	0,6	4,1	1,016	2,3	7,1	1,028	3,9
1,2	1,005	0,7	4,2	1,016	2,3	7,2	1,029	4,0
1,3	1,005	0,7	4,3	1,017	2,4	7,3	1,029	4,1
1,4	1,005	0,8	4,4	1,017	2,4	7,4	1,029	4,1
1,5	1,006	0,8	4,5	1,018	2,5	7,5	1,030	4,2
1,6	1,006	0,9	4,6	1,018	2,6	7,6	1,030	4,2
1,7	1,007	0,9	4,7	1,018	2,6	7,7	1,031	4,3
1,8	1,007	1,0	4,8	1,019	2,7	7,8	1,031	4,3
1,9	1,007	1,05	4,9	1,019	2,7	7,9	1,031	4,4
2,0	1,008	1,1	**5,0**	1,020	2,8	**8,0**	1,032	4,4
2,1	1,008	1,2	5,1	1,020	2,8	8,1	1,032	4,5
2,2	1,009	1,2	5,2	1,020	2,9	8,2	1,033	4,55
2,3	1,009	1,3	5,3	1,021	2,9	8,3	1,033	4,6
2,4	1,009	1,3	5,4	1,021	3,0	8,4	1,034	4,7
2,5	1,010	1,4	5,5	1,022	3,0	8,5	1,034	4,7
2,6	1,010	1,4	5,6	1,022	3,1	8,6	1,034	4,8
2,7	1,011	1,5	5,7	1,023	3,2	8,7	1,035	4,8
2,8	1,011	1,55	5,8	1,023	3,2	8,8	1,035	4,9
2,9	1,011	1,6	5,9	1,023	3,3	8,9	1,036	4,9
3,0	1,012	1,7	**6,0**	1,024	3,3	**9,0**	1,036	5,0

Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume
9,1	1,036	5,05	13,1	1,053	7,3	17,1	1,070	9,5
9,2	1,037	5,1	13,2	1,054	7,3	17,2	1,071	9,5
9,3	1,037	5,2	13,3	1,054	7,4	17,3	1,071	9,6
9,4	1,038	5,2	13,4	1,055	7,4	17,4	1,072	9,6
9,5	1,038	5,3	13,5	1,055	7,5	17,5	1,072	9,7
9,6	1,038	5,3	13,6	1,055	7,5	17,6	1,073	9,75
9,7	1,039	5,4	13,7	1,056	7,6	17,7	1,073	9,8
9,8	1,039	5,4	13,8	1,056	7,65	17,8	1,074	9,9
9,9	1,040	5,5	13,9	1,057	7,7	17,9	1,074	9,9
10,0	1,040	5,55	**14,0**	1,057	7,8	**18,0**	1,074	10,0
10,1	1,041	5,6	14,1	1,057	7,8	18,1	1,075	10,0
10,2	1,041	5,7	14,2	1,058	7,9	18,2	1,075	10,1
10,3	1,041	5,7	14,3	1,058	7,9	18,3	1,076	10,1
10,4	1,042	5,8	14,4	1,059	8,0	18,4	1,076	10,2
10,5	1,042	5,8	14,5	1,059	8,0	18,5	1,077	10,2
10,6	1,043	5,9	14,6	1,060	8,1	18,6	1,077	10,3
10,7	1,043	5,9	14,7	1,060	8,15	18,7	1,078	10,35
10,8	1,043	6,0	14,8	1,060	8,2	18,8	1,078	10,4
10,9	1,044	6,05	14,9	1,061	8,3	18,9	1,078	10,5
11,0	1,044	6,1	**15,0**	1,061	8,3	**19,0**	1,079	10,5
11,1	1,045	6,2	15,1	1,062	8,4	19,1	1,080	10,6
11,2	1,045	6,2	15,2	1,062	8,4	19,2	1,080	10,6
11,3	1,046	6,3	15,3	1,063	8,5	19,3	1,080	10,7
11,4	1,046	6,3	15,4	1,063	8,5	19,4	1,081	10,7
11,5	1,046	6,4	15,5	1,063	8,6	19,5	1,081	10,8
11,6	1,047	6,4	15,6	1,064	8,65	19,6	1,081	10,85
11,7	1,047	6,5	15,7	1,064	8,7	19,7	1,082	10,9
11,8	1,048	6,55	15,8	1,065	8,8	19,8	1,082	11,0
11,9	1,048	6,6	15,9	1,065	8,8	19,9	1,083	11,0
12,0	1,049	6,7	**16,0**	1,066	8,9	**20,0**	1,083	11,1
12,1	1,049	6,7	16,1	1,066	8,9	20,1	1,084	11,1
12,2	1,049	6,8	16,2	1,067	9,0	20,2	1,084	11,2
12,3	1,050	6,8	16,3	1,067	9,0	20,3	1,085	11,2
12,4	1,050	6,9	16,4	1,067	9,1	20,4	1,085	11,3
12,5	1,051	6,9	16,5	1,068	9,1	20,5	1,086	11,3
12,6	1,051	7,0	16,6	1,068	9,2	20,6	1,086	11,4
12,7	1,051	7,05	16,7	1,069	9,25	20,7	1,086	11,45
12,8	1,052	7,1	16,8	1,069	9,3	20,8	1,087	11,5
12,9	1,052	7,2	16,9	1,070	9,4	20,9	1,087	11,6
13,0	1,053	7,2	**17,0**	1,070	9,4	**21,0**	1,088	11,6

Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume
21,1	1,088	11,7	25,1	1,107	13,9	29,1	1,125	16,0
21,2	1,089	11,7	25,2	1,107	13,9	29,2	1,126	16,1
21,3	1,089	11,8	25,3	1,107	14,0	29,3	1,126	16,1
21,4	1,090	11,8	25,4	1,108	14,0	29,4	1,127	16,2
21,5	1,090	11,9	25,5	1,108	14,1	29,5	1,127	16,25
21,6	1,090	11,95	25,6	1,109	14,1	29,6	1,128	16,3
21,7	1,091	12,0	25,7	1,109	14,2	29,7	1,128	16,4
21,8	1,091	12,05	25,8	1,110	14,2	29,8	1,129	16,4
21,9	1,092	12,1	25,9	1,110	14,3	29,9	1,129	16,5
22,0	1,092	12,2	**26,0**	1,111	14,35	**30,0**	1,130	16,5
22,1	1,093	12,2	26,1	1,111	14,4	30,1	1,130	16,6
22,2	1,093	12,3	26,2	1,112	14,5	30,2	1,131	16,6
22,3	1,094	12,3	26,3	1,112	14,5	30,3	1,131	16,7
22,4	1,094	12,4	26,4	1,113	14,6	30,4	1,132	16,7
22,5	1,095	12,4	26,5	1,113	14,6	30,5	1,132	16,8
22,6	1,095	12,5	26,6	1,114	14,7	30,6	1,133	16,85
22,7	1,096	12,55	26,7	1,114	14,7	30,7	1,133	16,9
22,8	1,096	12,6	26,8	1,114	14,8	30,8	1,134	17,0
22,9	1,096	12,7	26,9	1,115	14,8	30,9	1,134	17,0
23,0	1,097	12,7	**27,0**	1,115	14,9	**31,0**	1,134	17,1
23,1	1,097	12,8	27,1	1,116	14,9	31,1	1,135	17,1
23,2	1,098	12,8	27,2	1,116	15,0	31,2	1,135	17,2
23,3	1,098	12,9	27,3	1,117	15,1	31,3	1,136	17,2
23,4	1,099	12,9	27,4	1,117	15,1	31,4	1,136	17,3
23,5	1,099	13,0	27,5	1,118	15,2	31,5	1,137	17,3
23,6	1,100	13,0	27,6	1,118	15,2	31,6	1,137	17,4
23,7	1,100	13,1	27,7	1,119	15,3	31,7	1,138	17,4
23,8	1,101	13,15	27,8	1,119	15,3	31,8	1,138	17,5
23,9	1,101	13,2	27,9	1,120	15,4	31,9	1,139	17,55
24,0	1,101	13,3	**28,0**	1,120	15,4	**32,0**	1,139	17,6
24,1	1,102	13,3	28,1	1,121	15,5	32,1	1,140	17,7
24,2	1,102	13,4	28,2	1,121	15,55	32,2	1,140	17,7
24,3	1,103	13,4	28,3	1,122	15,6	32,3	1,141	17,8
24,4	1,103	13,5	28,4	1,122	15,7	32,4	1,141	17,8
24,5	1,104	13,5	28,5	1,122	15,7	32,5	1,142	17,9
24,6	1,104	13,6	28,6	1,123	15,8	32,6	1,142	17,9
24,7	1,105	13,6	28,7	1,123	15,8	32,7	1,143	18,0
24,8	1,105	13,7	28,8	1,124	15,9	32,8	1,143	18,0
24,9	1,106	13,75	28,9	1,124	15,9	32,9	1,144	18,1
25,0	1,106	13,8	**29,0**	1,124	16,0	**33,0**	1,144	18,15

Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume
33,1	1,145	18,2	37,1	1,165	20,35	41,1	1,185	22,5
33,2	1,145	18,25	37,2	1,165	20,4	41,2	1,186	22,5
33,3	1,146	18,3	37,3	1,166	20,5	41,3	1,186	22,6
33,4	1,146	18,4	37,4	1,166	20,5	41,4	1,187	22,65
33,5	1,147	18,4	37,5	1,167	20,6	41,5	1,187	22,7
33,6	1,147	18,5	37,6	1,167	20,6	41,6	1,188	22,75
33,7	1,148	18,5	37,7	1,168	20,7	41,7	1,188	22,8
33,8	1,148	18,6	37,8	1,168	20,7	41,8	1,189	22,9
33,9	1,149	18,6	37,9	1,169	20,8	41,9	1,189	22,9
34,0	1,149	18,7	**38,0**	1,169	20,8	**42,0**	1,190	23,0
34,1	1,150	18,7	38,1	1,170	20,9	42,1	1,190	23,0
34,2	1,150	18,8	38,2	1,170	20,9	42,2	1,191	23,1
34,3	1,151	18,85	38,3	1,171	21,0	42,3	1,191	23,1
34,4	1,151	18,9	38,4	1,171	21,05	42,4	1,192	23,2
34,5	1,152	18,95	38,5	1,172	21,1	42,5	1,192	23,2
34,6	1,152	19,0	38,6	1,172	21,15	42,6	1,193	23,3
34,7	1,153	19,1	38,7	1,173	21,2	42,7	1,193	23,3
34,8	1,153	19,1	38,8	1,173	21,3	42,8	1,194	23,4
34,9	1,154	19,2	38,9	1,174	21,3	42,9	1,195	23,45
35,0	1,154	19,2	**39,0**	1,174	21,4	**43,0**	1,195	23,5
35,1	1,155	19,3	39,1	1,175	21,4	43,1	1,196	23,55
35,2	1,155	19,3	39,2	1,175	21,5	43,2	1,196	23,6
35,3	1,156	19,4	39,3	1,176	21,5	43,3	1,197	23,7
35,4	1,156	19,4	39,4	1,176	21,6	43,4	1,197	23,7
35,5	1,157	19,5	39,5	1,177	21,6	43,5	1,198	23,8
35,6	1,157	19,55	39,6	1,177	21,7	43,6	1,198	23,8
35,7	1,158	19,6	39,7	1,178	21,7	43,7	1,199	23,9
35,8	1,158	19,65	39,8	1,178	21,8	43,8	1,199	23,9
35,9	1,159	19,7	39,9	1,179	21,85	43,9	1,200	24,0
36,0	1,159	19,8	**40,0**	1,179	21,9	**44,0**	1,200	24,0
36,1	1,160	19,8	40,1	1,180	22,0	44,1	1,201	24,1
36,2	1,160	19,9	40,2	1,180	22,0	44,2	1,201	24,1
36,3	1,161	19,9	40,3	1,181	22,1	44,3	1,202	24,2
36,4	1,161	20,0	40,4	1,181	22,1	44,4	1,202	24,2
36,5	1,162	20,0	40,5	1,182	22,2	44,5	1,203	24,3
36,6	1,162	20,1	40,6	1,183	22,2	44,6	1,204	24,35
36,7	1,163	20,1	40,7	1,183	22,3	44,7	1,204	24,4
36,8	1,163	20,2	40,8	1,184	22,3	44,8	1,205	24,45
36,9	1,164	20,2	40,9	1,184	22,4	44,9	1,205	24,5
37,0	1,164	20,3	**41,0**	1,185	22,4	**45,0**	1,206	24,6

Gewichtsprozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichtsprozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichtsprozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume
45,1	1,206	24,6	49,1	1,228	26,7	53,1	1,250	28,8
45,2	1,207	24,7	49,2	1,228	26,8	53,2	1,251	28,85
45,3	1,207	24,7	49,3	1,229	26,8	53,3	1,251	28,9
45,4	1,208	24,8	49,4	1,229	26,9	53,4	1,252	28,9
45,5	1,208	24,8	49,5	1,230	26,9	53,5	1,252	29,0
45,6	1,209	24,9	49,6	1,231	27,0	53,6	1,253	29,1
45,7	1,209	24,9	49,7	1,231	27,0	53,7	1,253	29,1
45,8	1,210	25,0	49,7	1,232	27,1	53,8	1,254	29,2
45,9	1,210	25,0	49,9	1,232	27,1	53,9	1,255	29,2
46,0	1,211	25,1	**50,0**	1,233	27,2	**54,0**	1,255	29,3
46,1	1,212	25,1	50,1	1,233	27,2	54,1	1,256	29,3
46,2	1,212	25,2	50,2	1,234	27,3	54,2	1,256	29,4
46,3	1,213	25,2	50,3	1,234	27,3	54,3	1,257	29,4
46,4	1,213	25,3	50,4	1,235	27,4	54,4	1,257	29,5
46,5	1,214	25,35	50,5	1,236	27,45	54,5	1,258	29,5
46,6	1,214	25,4	50,6	1,236	27,5	54,6	1,259	29,6
46,7	1,215	25,45	50,7	1,237	27,55	54,7	1,259	29,6
46,8	1,215	25,5	50,8	1,237	27,6	54,8	1,260	29,7
46,9	1,216	25,6	50,9	1,238	27,7	54,9	1,260	29,7
47,0	1,216	25,6	**51,0**	1,238	27,7	**55,0**	1,261	29,8
47,1	1,217	25,7	51,1	1,239	27,8	55,1	1,261	29,8
47,2	1,217	25,7	51,2	1,239	27,8	55,2	1,262	29,9
47,3	1,218	25,8	51,3	1,240	27,9	55,3	1,263	29,9
47,4	1,219	25,8	51,4	1,240	27,9	55,4	1,263	30,0
47,5	1,219	25,9	51,5	1,241	28,0	55,5	1,264	30,05
47,6	1,220	25,9	51,6	1,242	28,0	55,6	1,264	30,1
47,7	1,220	26,0	51,7	1,242	28,1	55,7	1,265	30,15
47,8	1,221	26,0	51,8	1,243	28,1	55,8	1,265	30,2
47,9	1,221	26,1	51,9	1,243	28,2	55,9	1,266	30,25
48,0	1,222	26,1	**52,0**	1,244	28,2	**56,0**	1,267	30,3
48,1	1,222	26,2	52,1	1,244	28,3	56,1	1,267	30,4
48,2	1,223	26,2	52,2	1,245	28,3	56,2	1,268	30,4
48,3	1,223	26,3	52,3	1,246	28,4	56,3	1,268	30,5
48,4	1,224	26,35	52,4	1,246	28,4	56,4	1,269	30,5
48,5	1,225	26,4	52,5	1,247	28,5	56,5	1,269	30,6
48,6	1,225	26,45	52,6	1,247	28,5	56,6	1,270	30,6
48,7	1,226	26,5	52,7	1,248	28,6	56,7	1,271	30,7
48,8	1,226	26,6	52,8	1,248	28,65	56,8	1,271	30,7
48,9	1,227	26,6	52,9	1,249	28,7	56,9	1,272	30,8
49,0	1,227	26,7	**53,0**	1,249	28,75	**57,0**	1,272	30,8

Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume	Gewichts-prozente Zucker	Spezif. Gew.	Grade Baume
57,1	1,273	30,9	60,1	1,290	32,4	63,1	1,308	33,9
57,2	1,273	30,9	60,2	1,291	32,5	63,2	1,309	34,0
57,3	1,274	31,0	60,3	1,292	32,5	63,3	1,310	34,0
57,4	1,275	31,0	60,4	1,292	32,6	63,4	1,310	34,1
57,5	1,275	31,1	60,5	1,293	32,6	63,5	1,311	34,1
57,6	1,276	31,1	60,6	1,293	32,7	63,6	1,311	34,2
57,7	1,276	31,2	60,7	1,294	32,7	63,7	1,312	34,2
57,8	1,277	31,2	60,8	1,295	32,8	63,8	1,312	34,3
57,9	1,278	31,3	60,9	1,295	32,8	63,9	1,313	34,3
58,0	1,278	31,3	**61,0**	1,296	32,9	**64,0**	1,314	34,4
58,1	1,279	31,4	61,1	1,296	32,9	64,1	1,314	34,4
58,2	1,279	31,4	61,2	1,297	33,0	64,2	1,315	34,5
58,3	1,280	31,5	61,3	1,298	33,0	64,3	1,316	34,5
58,4	1,280	31,5	61,4	1,298	33,1	64,4	1,316	34,6
58,5	1,281	31,6	61,5	1,299	33,1	64,5	1,317	34,6
58,6	1,282	31,6	61,6	1,299	33,2	64,6	1,317	34,7
58,7	1,282	31,7	61,7	1,300	33,2	64,7	1,318	34,7
58,8	1,283	31,7	61,8	1,301	33,3	64,8	1,319	34,8
58,9	1,283	31,8	61,9	1,301	33,3	64,9	1,319	34,8
59,0	1,284	31,85	**62,0**	1,302	33,4	**65,0**	1,320	34,9
59,1	1,285	31,9	62,1	1,302	33,4	65,1	1,320	34,95
59,2	1,285	31,95	62,2	1,303	33,5	65,2	1,321	35,0
59,3	1,286	32,0	62,3	1,304	33,5	65,3	1,322	35,05
59,4	1,286	32,05	62,4	1,304	33,6	65,4	1,322	35,1
59,5	1,287	31,1	62,5	1,305	33,6	65,5	1,323	35,15
59,6	1,288	32,15	62,6	1,305	33,7	65,6	1,324	35,2
59,7	1,288	32,2	62,7	1,306	33,7	65,7	1,324	35,25
59,8	1,289	32,3	62,8	1,307	33,8	65,8	1,325	35,3
59,9	1,289	32,3	62,9	1,307	33,8	65,9	1,325	35,35
60,0	1,290	32,4	**63,0**	1,308	33,9	**66,0**	1,326	35,4

Die Dichtigkeit oder Spindelanzeige aller Flüssigkeiten ist bei verschiedenen Wärmegraden sehr bemerklich verschieden. Man hat für genaue Bestimmungen daher stets die Flüssigkeit auf die auf der Spindel bezeichnete Temperatur zu bringen. Ablesungen bei anderen Wärmegraden sind immer ungenau. Zum Vergleiche von solchen Säften und Sirupen, welche stets bei derselben Temperatur gewogen werden, können dieselben aber doch benutzt werden. Bei den gewöhnlichen Rübensaftspindelungen kann man genau genug annehmen, daß für je 10 Wärmegrade über der Normaltemperatur 0,6 Proz. zu den abgelesenen Prozenten hinzuzuzählen und für eben so viel darunter 0,6 Proz. davon abzuziehen sind.

In der Praxis ist man selten in der Lage, die Dichtigkeit vollkommen reiner Zuckerlösungen zu bestimmen; dennoch benutzt man die Saccharometer zu der Prüfung auch solcher Flüssigkeiten, welche mehr oder weniger fremde Stoffe neben Zucker gelöst enthalten.

Wenn diese Stoffe die Dichtigkeit ihrer Lösungen in demselben Grade beeinflußten, wie der Zucker, so würde das Saccharometer auch bei den Gemischen den Gehalt der Lösung an der Summe aller gelösten Stoffe, Zucker und Nichtzucker zusammen, angeben. Da dies aber nicht der Fall ist, vielmehr die fremden Stoffe das spezifische Gewicht zwar im Allgemeinen erhöhen, aber in anderem Verhältniß zu der vorhandenen Menge, als der Zucker, so sind die Angaben der Aräometer als Dichtigkeitsmesser natürlich zwar richtig, nicht aber die Uebersetzung dieser Dichtigkeit in Prozente gelöster Substanz.

Indessen werden doch auch solche unreine Lösungen mit der Spindel geprüft, deren Angaben alsdann nur annähernde Richtigkeit besitzen und nur zu Vergleichen, nicht aber zu absoluten Schlüssen führen können, wie dies weiter unten bei Besprechung der Prüfung der Fabrikprodukte noch näher dargelegt werden soll.

In Alkohol löst sich der Zucker um so mehr, je wasserhaltiger der Alkohol ist.

Die wässerige Zuckerlösung dreht das polarisirte Licht nach rechts; diese Ablenkung steht, bei gleicher Länge des Weges des Lichtes durch die Lösung, im Verhältniß zu der Menge des in demselben Volumen gelösten Zuckers. Hierauf beruht die Bestimmung des Zuckers durch Polarisation, von welcher später die Rede sein wird.

Der Rohrzucker verändert, wenn trocken, sein Gewicht bei 100° nicht; er schmilzt, vorsichtig auf 160° erhitzt, zu einer zähen, nach dem Erkalten harten, glasartigen, durchsichtigen Masse von amorphem Zucker (Gerstenzucker).

Auch wenn er in reinem Wasser gelöst ist, ist der Zucker ein sehr wenig veränderlicher Körper; unter Einfluß von Wärme oder bei Gegenwart anderer Stoffe, besonders Säuren und leicht zersetzbarer organischer Körper, zersetzt er sich leicht und bildet mannigfache Produkte. Manche in Wasser unlösliche oder schwer lösliche Metalloxide und Salze lösen sich in Zuckerlösungen, besonders in Gegenwart von Alkalien, Salzen oder Kalk auf, so außer Kalk selbst, Kupferoxid, Eisenoxid; selbst die Metalle, namentlich Eisen und Kupfer, werden unter Bildung ihrer Oxide gelöst, auch die Schwefelverbindungen sind in dem bezeichneten Gemisch löslich. Die entsprechenden Lösungen des Eisens und des Kupfers sind stark braun und tiefblau oder grün gefärbt.

Längere Zeit bei 160° erhalten, zerlegt sich der Rohrzucker, beim weiteren Erhitzen bis 180° tritt Bräunung ein, über 200° bläht sich der Zucker unter Wasserverdampfung und Entweichen von etwas Essigsäure auf, und es bleibt ein brauner Rückstand, der „gebrannte Zucker“. Er enthält Karamel und verwandte Körper.

Wird eine Zuckerlösung längere Zeit gekocht, so wird der Zucker unkristallisirbar, indem er in Invertzucker oder veränderten Zucker übergeht; Gegenwart von Säuren und manchen Salzen beschleunigen, Alkalien und Kalk verlangsamen diese Umänderung.

Salpetersäure verbrennt, Schwefelsäure verkohlt in der Wärme den Zucker.

Verdünnte Schwefelsäure verwandelt den Zucker schon in der Kälte, schneller bei 60 bis 70° in Invertzucker, d. h. in ein Gemenge von Glukose und Levulose.

Aehnlich wirken verdünnte Salzsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, die organischen Säuren bewirken diese Umwandlung sehr langsam und unvollständig.

Salzsäure verkohlt im konzentrirten Zustande den Zucker, im verdünnten wirkt sie wie verdünnte Schwefelsäure.

Bierhefe und andere Fermente setzen den Zucker erst in Invertzucker oder Traubenzucker und dann weiter um, überhaupt bilden schon Spuren von eiweißartigen Substanzen die Veranlassung zur raschen Umsetzung von Zucker in Lösungen.

Bei Schimmelbildung geht der Zucker vollständig in Invertzucker über.

Vor anderen Zuckerarten zeichnet sich der Rohrzucker aus durch die Fähigkeit, größere Kristalle zu bilden, durch die leichte Löslichkeit in Wasser, die geringe Löslichkeit in Alkohol, und die sirupartige Beschaffenheit der wässerigen Lösung. Weiter ist charakteristisch, die Art und Stärke des Drehungsvermögens (für den polarisirten Lichtstrahl) nach rechts, und die Umänderung des optischen und chemischen Verhaltens durch verdünnte Säuren oder Hefe. Der reine Rohrzucker wird durch Einwirkung verdünnter Alkalien auch in der Wärme nicht merkbar gefärbt, es sei denn, daß die Alkalien im Ueberschuß vorhanden wären. In Gegenwart von hinreichend überschüssigem Alkali bildet der Rohrzucker mit schwefelsaurer Kupferoxidlösung eine tief blaue Lösung, welche sich in der Kälte und beim Erwärmen nicht verändert.

Im Rohrzucker läßt sich beigemengte Glukose oder Frucht- oder Invertzucker dadurch erkennen, daß diese durch Kalk oder Kali in der Hitze leicht dunkelgelb gefärbt werden und daß sie aus einer alkalischen Kupferlösung entweder schon in der Kälte, oder gleich beim Erhitzen, rothes Kupferoxidul abscheiden (s. u.).

Mit Kalk vereinigt sich der Zucker in verschiedenen Verhältnissen zu Verbindungen, von denen die mit größerem Zuckergehalte in Wasser löslich, die an Kalk reicheren, schwerlöslich oder, namentlich in der Siedehitze, unlöslich sind. Die Bildung solcher löslichen Verbindungen ist die Ursache, daß Kalk sich leichter in Zuckerwasser als in reinem Wasser löst, wobei die Menge des gelösten Kalkes von der Dichtigkeit und von der Temperatur der Zuckerlösung abhängt.

Die Zuckerkalklösung schmeckt bitter und alkalisch, mit süßem Nachgeschmack; das Drehungsvermögen ist sehr merklich vermindert; beim Erhitzen der Lösungen scheidet sich basischer Zuckerkalk ab, wobei etwas konzentrirte Lösungen kleisterartig gerinnen; beim Erkalten wird die Lösung wieder klar; verdünnte Lösungen trüben sich schon bei 80°.

Die Lösungen von Zuckerkalk verändern sich nicht bei Abschluß der Luft, auch nicht bei fortgesetztem Kochen; durch Behandeln mit Kohlensäure kann man den Zucker in unverändertem Zustande wieder erhalten.

Mit Glukose (Traubenzucker, Krümelzucker, Stärkezucker) bezeichnet man den festen, obwohl undeutliche Kristalle bildenden, durch sein Verhalten gegen polarisirtes Licht charakterisirten Zucker, welcher aus Traubensaft, aus Honig, sowie

durch Umwandlung von Stärke erhalten wird; sie findet sich rein oder gemengt mit ähnlichen Zuckerarten häufig im Pflanzen- und auch im Thierreich.

Durch Umsetzung entsteht Glukose aus manchen Stoffen, so aus Rohrzucker, aus Stärkemehl, Dextrin, Gummi. Im Großen wird sie als Stärkezucker durch Kochen von Stärkemehl mit verdünnter Schwefelsäure in Form einer weißen, losen, krümeligen Masse dargestellt, welche um so viel weniger als Rohrzucker süßt, daß 1 Thl. des letzteren etwa $2^1/_2$ Thle. Glukose ersetzt.

Das spezifische Gewicht der Lösungen von Glukose ist nahe gleich demjenigen der Rohrzuckerlösungen mit der gleichen Menge Rohrzucker.

Für technische Bestimmungen können die Angaben der Balling'schen oder Brix'schen Spindel als eben so genau für Traubenzucker wie für Rohrzuckerlösungen angesehen werden.

Die Glukose dreht polarisirtes Licht nach rechts (daher Rechts-Traubenzucker, auch wohl Dextrose) und zwar in geringerem Grade als Rohrzucker.

Schwefelsaures Kupferoxid giebt, in der Kälte mit Glukose versetzt, auf Zusatz von Kalilauge eine tiefblaue Lösung, welche bei gewöhnlicher Temperatur nach einiger Zeit, beim Erhitzen sogleich einen Niederschlag von rothem Kupferoxidul, oder einen gelblichen von Kupferoxidulhidrat giebt. Diese Reaktion unterscheidet zugleich diesen Zucker von Rohrzucker, Stärke, Gummi und Dextrin.

Beim Erhitzen von Glukose mit Kali- oder Natronlauge wird eine dunkelbraune Lösung erhalten. Eine entsprechende Menge des Alkalis wird durch die gebildete Säure neutralisirt, so daß die Alkalität im Verhältniß vermindert wird.

In Berührung mit Fermenten zerfällt die Glukose je nach Temperatur und Reaktion der Flüssigkeit in mannigfache Zersetzungsprodukte; unter Einfluß der Hefe liefert sie unmittelbar Alkohol und Kohlensäure (geistige Gährung).

Levulose (Links-Glukose, links drehender Fruchtzucker, Schleimzucker) ist ein unkristallisirbarer Zucker von gleicher Zusammensetzung mit der Glukose, von der sie sich namentlich durch ihr optisches Verhalten unterscheidet, indem ihre Lösung den polarisirten Lichtstrahl nach links ablenkt. Die Levulose findet sich in vielen reifen sauren Früchten, ferner im flüssigen Theile des Honigs, und entsteht nebst Glukose durch Einwirkung von Säuren oder Hefe auf Rohrzucker.

Die Levulose bildet einen farblosen Sirup von eben so süßem Geschmack wie der Rohrzucker, löslich in Wasser und wasserhaltigem Alkohol. Sonst verhält sich die Levulose im Wesentlichen wie die Glukose, zersetzt sich aber schon etwas über 100°.

Invertzucker oder veränderter Zucker entsteht hauptsächlich durch Einwirkung von Säuren und von Hefe auf Rohrzucker; er trägt seinen Namen von dem Umstande, daß das Drehungsvermögen für den polarisirten Lichtstrahl von rechts nach links umgeändert ist (der Invertzucker polarisirt links). Der Invertzucker besteht aus je einem Atom rechts drehender Glukose oder Traubenzucker und links

drehender Levulose und sein Drehungsvermögen ist die Folge dieser Zusammensetzung.

In manchen Früchten finden sich Glukose und Levulose in demselben Verhältniß wie in dem Invertzucker; dieser ist sirupartig, die Temperatur übt einen großen Einfluß auf sein Drehungsvermögen.

Der Invertzucker wird durch verdünnte Alkalien zersetzt, er reduzirt die alkalische Kupferlösung, sowie die ammoniakalische Silberlösung, ähnlich wie Glukose. Bierhefe versetzt ihn unmittelbar in geistige Gährung; das optische Verhalten der gährenden Flüssigkeit zeigt, daß hierbei keine gleichmäßige Zersetzung stattfindet.

Die stickstoffhaltigen Körper. Man kennt von den im Rübensafte vorkommenden Stickstoff enthaltenden Körpern nur wenige genauer. Die wichtigsten sind:

Die albumin- oder proteinartigen Stoffe, deren jedenfalls verschiedene unter die Saftbestandtheile zu rechnen sind, und unter diesen vorzugsweise das Albumin oder Pflanzeneiweiß. Dasselbe kommt in fast allen Pflanzensäften vor, wird in der Wärme und durch Säuren zum Gerinnen und Ausscheiden gebracht (koagulirt), und von Alkalien auch im geronnenen Zustande gelöst. Reines Albumin beginnt bei 60° sich zu trüben und bei 75° unlösliche Flocken abzuscheiden; Alkalien und Kalk zersetzen dasselbe unter Ammoniakentwickelung.

An der Luft erleiden diese Stoffe bald eine Zersetzung, die unter Umständen eine Veränderung des Rübensaftes, das Sauer- oder Schleimigwerden, veranlaßt; sie ermöglichen die Entwickelung von Fermenten, welche die Zersetzung der übrigen Saftbestandtheile bewirken, die in der Regel von Umänderung des Zuckers begleitet ist, und welche man als Gährung verschiedener Art bezeichnet.

Das Asparagin, eine Substanz, welche sich auch in den Spargelkeimen und einigen anderen Pflanzentheilen findet, ist eine kristallisirbare, in Wasser und in verdünntem Weingeist lösliche Substanz, welche die Ebene des polarisirten Lichtstrahls nach links ablenkt. Beim Kochen der Lösung mit Alkali oder Kalk entsteht daraus unter Ammoniakentwickelung Asparaginsäure, die an das Alkali gebunden bleibt, und so als Salz in die Melasse eingeht, in welcher durch dasselbe Zucker an der Kristallisation verhindert wird.

Das Betain kann man sowohl aus Rübensaft wie aus Melasse darstellen und erhält es in Gestalt großer, glänzender, farbloser Kristalle, die an der Luft bald zerfließen. Das Betain ist in Wasser leicht löslich, ohne Einwirkung auf das polarisirte Licht, ohne Geruch und von schwach erfrischendem Geschmack.

Die Faser und sonstigen Bestandtheile. Wenn man der Rübensubstanz möglichst allen Saft entzieht, so bleiben 3 bis 6 Proz. Faser oder Mark übrig, welche im Wasser unlöslich und der Hauptbestandtheil des festen Rübenkörpers sind. Außerdem sind in diesem die sogenannten Pektinkörper enthalten, welche leicht gallertartige Form annehmen und auch mit Kalk schleimige und stark melassenbildende gummiartige Verbindungen eingehen, die sich sehr schwer aus den Säften entfernen lassen. Es ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, bei der

Fabrikation möglichst die Einwirkung von Kalk auf die Faser zu vermeiden. Säfte und Zucker, welche in etwas erheblicher Menge Rübengummi enthalten, zeichnen sich durch starkes Schäumen und trübes Ansehen aus und verkochen sich schwer; sie lassen sich nur unvollständig oder gar nicht durch Bleiessig klären.

Außerdem enthält der Rübensaft Farbstoffe, verschiedene organische Säuren und Salzbestandtheile, welche letzteren sich in der Asche in Verbindung mit Kohlensäure wiederfinden.

Zweites Kapitel.

Die Untersuchung der Rübe und des Rübensaftes.

Wasser. Um die Gesammtmenge des in einer Rübe enthaltenen Wassers zu finden, reinigt man zunächst die zu untersuchende Wurzel aufs sorgfältigste, schneidet aus der Mitte derselben ein Stück von 50 bis 100 Grm. heraus, wägt dieses genau und zerschneidet es in dünne Schnitte, welche man dann auf einer flachen Schale langsam auf einer von Dampf geheizten Unterlage (dem Verdampfapparate, dem Vakuum, Dampfsammler od. dgl.) trocknet. Bei dieser Temperatur setzt man das Trocknen so lange fort, bis das Gewicht unverändert bleibt; die Scheiben dürfen ihre weiße Farbe dabei nur wenig verändern. Der Gewichtsverlust ist der Wassergehalt, der Rückstand stellt die Trockensubstanz der Rübe, also Mark und Saftrückstand, dar.

Die Bestimmung der Saftmenge, sowie die des Markes oder der Faser kann nur vom geübten Chemiker ausgeführt werden.

Der Gehalt an Holzfaser beträgt im Mittel 1,3 Proz.; der Gehalt an Mark jedoch, der für den Fabrikanten, als das Rübengewicht mit dem Saftgehalt zu 100 ergänzend, wichtiger ist, kann für praktische Berechnungen zu 4 Proz., entsprechend einem Saftgehalt von 96 Proz., angenommen werden.

Um in dem Rübensaft die vorhandene Menge gelöster Bestandtheile mit einem gewissen Grade annähernder Genauigkeit, und somit indirekt dessen Wassergehalt ebenso zu finden, bedient man sich des Aräometers oder der Spindel. Hiervon ist bereits früher (S. 3 u. ff.) die Rede gewesen; hier ist hervorzuheben, daß man in der Regel die erstgenannten drei Spindeln zu Saftwägungen benutzen soll. Der Saft wird in einen hohen Zilinder von solcher Weite gebracht, daß rings um den Spindelkörper etwas freier Spielraum bleibt und derselbe sich daher leicht und frei im Saft einstellen kann. Man füllt den Zilinder mit Saft an, läßt Fasern und Schaum sich oben ansammeln und bringt

sie durch Zusatz von noch etwas Saft zum Abfließen. Wenn dann der Saft durch diesen Aufenthalt auch die Temperatur der umgebenden Zimmerluft — genauer die normale des Saccharometers, s. S. 10 — angenommen, senkt man dieses vorsichtig ein und verfährt nach der Vorschrift S. 3.

Der Saft soll ziemlich klar, d. h. frei von Luftblasen und Fasern erscheinen, sonst ist die Bestimmung unrichtig.

Nach dem Gebrauche ist Spindel und Zilinder abzuspülen, erstere sorgfältig abzutrocknen, letzterer ablaufen zu lassen. Vor dem Gebrauche ist es allemal gut, den Zilinder erst mit etwas Saft auszuspülen.

Man achte darauf, daß die Spindel stets unversehrt ist: die untere oder obere Spitze wird leicht verletzt, was die Spindel unbrauchbar macht.

Da diese Bestimmungen auch bei dem Fabrikbetriebe sich häufig wiederholen, so empfiehlt es sich, Spindeln und Glaszilinder in ein gemeinsames Gestell zu bringen. Letztere hängt man umgekehrt in passende Löcher, die etwas kleiner sind, als die Zilinderfüße, erstere stellt man mit den Körpern oder Kugeln in kleine Löcher, während der Stiel oben von einem passenden kleinen Haken gehalten wird. Hat man zum letzten Abspülen ganz reines (Dampf-) Wasser genommen, so kann man einfach abtropfen lassen und erspart das Abtrocknen.

Man stehe niemals an, solche Spindeln, welche aus irgend einer Ursache auch durch eine ganz geringe Beschädigung, ungenau geworden sind, sofort zu verwerfen und durch neue zu ersetzen. Auch suche man es zu ermöglichen, daß sie von einer geeigneten und zuverlässigen Persönlichkeit auf ihre Genauigkeit geprüft seien.

Es besteht keine unveränderliche und regelmäßige Beziehung zwischen der Dichtigkeit und dem Zuckergehalte der Rübensäfte, eben so wenig, wie zwischen dem wirklichen und dem durch die Spindel angezeigten Gehalt an Gesammttrockensubstanz. Man bezeichnet demnach den auf diese Weise gefundenen Gehalt an Wasser oder an gelösten Stoffen als „scheinbar“ und bedient sich dieser Werthe nur dann, wenn es sich um Vergleichs- oder annähernde Bestimmungen handelt.

Einen sehr wesentlichen Punkt bei der Untersuchung der Rübensäfte bildet die Herstellung des zu prüfenden Säftemusters, da es natürlich von der größten Wichtigkeit ist, daß dasselbe auch in seiner Zusammensetzung derjenigen der ganzen Rübe oder dem Durchschnitte einer gewissen Menge Rüben entspricht. Direkte Versuche haben ergeben, daß die einzelnen Theile einer und derselben Rübe Saft von verschiedener Beschaffenheit enthalten, so daß der Gehalt an Trockensubstanz und Zucker um mehre Prozente wechseln kann, je nachdem man das zu zerreibende Stück dem Herzen, der Rinde oder der Hauptmasse der Rübe entnimmt. Die Unterschiede in dieser Beziehung sind weit erheblicher als diejenigen, wegen deren der Kopftheil der Rüben abgeschnitten zu werden pflegt.

Es folgt daraus, daß bei der Untersuchung einzelner Rüben, dieselben stets ganz gerieben werden müssen. Dasselbe gilt, wenn man von einer kleinen Anzahl Rüben den Saft zu prüfen hat.

Der erhaltene Brei ist mit einer möglichst kräftigen Hebel- oder Schraubenpresse auszupressen; die Beobachtung lehrt, daß man den Saft so vollständig wie möglich auspressen muß, um ihn von derjenigen Beschaffenheit zu

bekommen, wie sie der Zusammensetzung der Rübe entspricht. Die häufig angewandten, schwachen Kopirpressen reichen bei weitem nicht aus. Man muß sich vielmehr einer solchen mit kleiner Preßplatte und sehr langem Hebelarme bedienen.

Handelt es sich endlich um Untersuchung des Saftes, der dem Durchschnitt einer größeren Rübenmenge entspricht, so ist man darauf angewiesen, von jeder Rübe nur ein kleines Stück abzureiben, und es ist dann unmöglich, versichert zu sein, daß man wirklich dem Gesammtmittel nahe komme. Immerhin halte man als Regel fest, eine so große Menge Rüben wie irgend möglich zur Herstellung des Durchschnittsmusters zu verwenden und entweder dieselben ganz, oder einen durch die ganze Länge und Breite genommenen Ausschnitt aus jeder Wurzel zu reiben.

Das Gesagte bezieht sich, wie wohl kaum hervorgehoben zu werden braucht, nur auf die Untersuchung von Rüben und Rübenproben unabhängig vom Fabrikbetriebe; die Entnahme der Saftproben aus dem Betriebe wird später, nach Besprechung der Saftgewinnungsmethoden, ihre Stelle finden.

Der Zucker. Von allen Methoden, welche zur Bestimmung des Zuckers im Rübensafte vorgeschlagen und angewandt worden sind, eignet sich allein die Polarisationsmethode für den regelmäßigen und häufigen Gebrauch. Sie liefert die genauesten und zuverlässigsten Resultate und ist zugleich in ihrer Ausführung einfacher und kürzer als jede andere. Das Polarisationsinstrument ist denn auch längst als ein für den Chemiker wie für den Fabrikanten unentbehrliches Instrument anerkannt, und die bei rationellem Betriebe nöthigen täglichen Saftuntersuchungen werden kaum noch auf anderem Wege ausgeführt.

Die Beschreibung dieses Instrumentes, wie auch die Darstellung der mit demselben vorzunehmenden Arbeiten nebst den erforderlichen Vorsichtsmaßregeln zur Sicherstellung des Resultates wird erst später ihre Stelle finden; hier soll nur Das angegeben werden, was speziell auf die Zuckerbestimmung im Rübensafte Bezug hat. Man wendet, wie später gezeigt werden soll, vorzugsweise dreierlei Polarisationsinstrumente an, und befolgt dabei etwas verschiedene Vorschriften:

1) Das Soleil'sche Instrument, mit den Verbesserungen von Ventzke, von Duboscq, von Scheibler u. A. (daher unter diesen verschiedenen Namen bekannt), ist das verbreitetste. Man kann mit demselben den Rübensaft auf mehre Arten auf seinen Zuckergehalt prüfen, von denen sich aber nur zwei als sicher und bequem empfehlen.

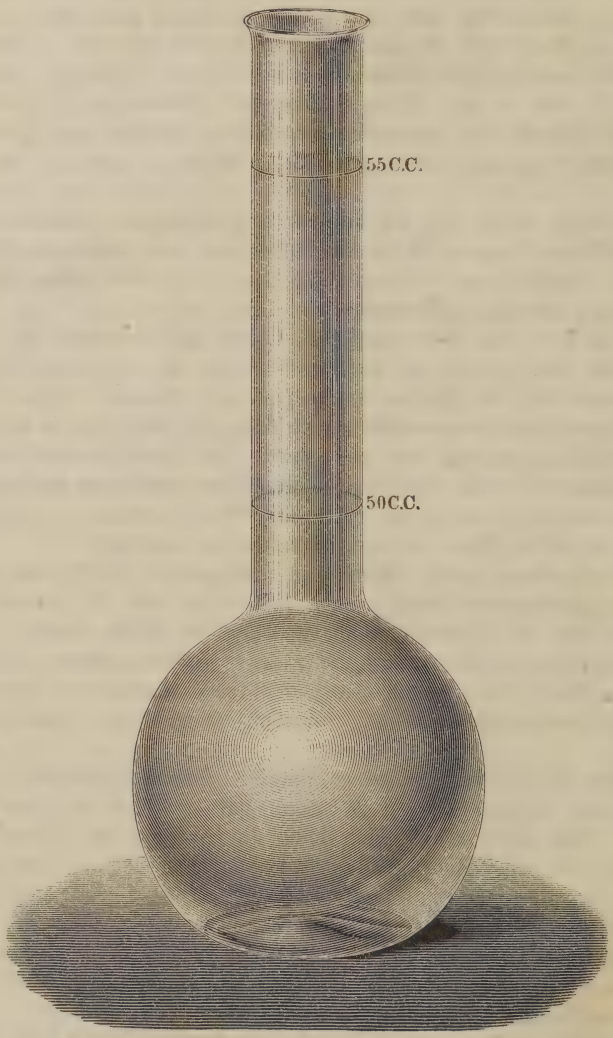
a) Nach der Gewichtsmethode, derjenigen, welche der Basis des Instrumentes unmittelbar entspricht, wägt man auf einer genauen Wage (welche für die gewöhnlichen Belastungen mindestens Zentigramme anzeigt) das Dreifache des halben für das Instrument geltenden Normalgewichtes ab. Bei den in Deutschland gebräuchlichen Instrumenten, bei welchen das Normalgewicht 26,048 Gramm beträgt, nimmt man also 39,07 Gramm.

Die Abwägung geschieht in einem genau auf 50 und 55 Kubikzentimeter Inhalt abgemessenen Kölbchen.

Beim Abwägen der Saftprobe ist noch Folgendes zu beachten:

Das Kölbchen (Fig. 5 in natürlicher Größe), welches an zwei Strichen des Halses mit 50 CC. und 55 CC. bezeichnet ist, wird leer und trocken auf die eine Schale der Wage gestellt und auf die andere so viel feiner Bleischrot gebracht, bis das Gleichgewicht genau hergestellt ist, dann füllt man Saft bis etwas unterhalb des unteren Striches

Fig. 5.



in das Kölbchen, setzt auf die andere Schale das angegebene Gewicht und entfernt nun mittelst etwas zusammengerollten Filtrirpapiers, welches man in den Saft einführt, allmälig so viel Saft aus dem Kölbchen, bis das Gleichgewicht genau hergestellt ist. Man hat dabei Sorge zu tragen, daß kein Saft außen am Kölbchen haftet.

Da bei dieser Bestimmungsweise die Uebereinstimmung zwischen Kölbcheninhalt und den gebrauchten Gewichten unbedingt nothwendig ist, so thut man wohl, vor Beginn der Arbeitszeit diese Uebereinstimmung, was nicht Jedermanns Sache ist, durch eine geeignete Persönlichkeit für eine Anzahl Kölbchen und die zu gebrauchenden Gewichte prüfen, beziehungsweise herstellen zu lassen.

Die Darstellung des Bleiessigs und Einzelnes über die Ausführung der Bestimmungen siehe weiter unten S. 27 ff.

Den Inhalt von 50 Kbzm. füllt man durch Zusatz von Wasser genau aus und fügt dann bis 55, also ein Zehntel des Saftvolums, Bleiessig zu und schüttelt sorgfältig um. (Beim Abmessen hat man die untere Wölbung der abzumessenden Flüssigkeit, nicht deren oberen Rand als maßgebend zu beachten.) Es bildet sich ein starker Niederschlag, von dem die Flüssigkeit durch Filtriren getrennt wird. Sie muß völlig klar und farblos sein, was man am sichersten dadurch erzielt, daß man nicht sofort filtrirt, sondern erst einige Minuten, besser noch etwas länger, stehen läßt. Dies gilt für alle Fällungen mit Bleiessig: die Flüssigkeiten filtriren sich stets weit schneller, klarer und farbloser, wenn man die Einwirkung einige Zeit, manchmal Stunden, hat dauern lassen. Säfte von Rüben mit gelber oder rother Schale oder eben solchem Fleische erhält man indessen auch auf diese Weise nicht farblos; man bedient sich dann zur Beobachtung des halblangen Polarisationsrohres.

Unbedingt erforderlich zur genauen Einstellung ist vollkommene Klarheit des filtrirten Saftes (wie überhaupt aller, der Beobachtung im Polarisationsinstrument zu unterziehenden Flüssigkeiten), so zwar, daß eine gefärbte, aber vollkommen klare Lösung immer schärfere Resultate liefert, als eine farblose, und, wenn auch ganz unbedeutend, getrübte.

Die Beobachtung im Polarisationsinstrumente unter Anwendung des einfach langen Rohres von 200 Mm. liefert eine Zahl, welche zunächst wegen des Zusatzes von $^1/_{10}$ Bleiessig um $^1/_{10}$ zu vermehren (oder mit 1,1 zu multipliziren) ist, und welche dann durch Division mit 3 die Gewichtsprozente Zucker im Safte, d. h. Gramm Zucker in 100 Gramm Saft ergiebt.

Man habe z. B. bei einer Abwägung von 39,07 Grm. Saft, Auffüllung mit Wasser auf 50 und Zusatz von Bleiessig auf 55 Kbzm. 36 Grad abgelesen, so erhält man den Zuckergehalt zu

$$\frac{36 + 3{,}6}{3} = 13{,}2 \text{ Proz.}$$

vom Gewichte des Saftes.

b) Nach der Maßmethode füllt man ohne zu wägen Saft in das Meßkölbchen bis 50 Kbzm., dann Bleiessig bis 55, mischt, filtrirt und beobachtet wie oben. Hierbei verfährt man wie angegeben, d. h. man nimmt den zu viel eingegossenen Saft mit Filtrirpapier weg u. s. w.

Die abgelesene Zahl ergiebt mittelst der nachstehenden Tabelle unter der Rubrik „Mit Bleiessig“ unmittelbar den Zuckergehalt in Gewichtstheilen in 100 Gewichtstheilen Saft. Diese Tabelle ist die mit Ausschluß ähnlicher, aber mit derselben nicht ganz übereinstimmender, bei dem gewöhnlichen Instrumente deutschen Ursprungs zu gebrauchende.

Polarisations-Tabelle.

Ohne Bleiessig								Mit Bleiessig							
Grade	Prozente	Zehntel-Grade	Prozente	Grade	Prozente	Zehntel-Grade	Prozente	Grade	Prozente	Zehntel-Grade	Prozente	Grade	Prozente	Zehntel Grade	Prozente
1	0,26			51	12,64			1	0,29	1	0,03	51	13,84	1	0,03
2	0,52			52	12,88	1	0,02	2	0,57	2	0,06	52	14,09	2	0,05
3	0,78			53	13,11	2	0,05	3	0,86	3	0,09	53	14,35	3	0,08
4	1,04			54	13,35	3	0,07	4	1,14	4	0,11	54	14,60	4	0,10
5	1,30			55	13,58	4	0,09	5	1,42	5	0,14	55	14,86	5	0,13
6	1,55			56	13,81	5	0,12	6	1,71	6	0,17	56	15,11	6	0,15
7	1,81	1	0,03	57	14,05	6	0,14	7	1,99	7	0,20	57	15,37	7	0,18
8	2,07	2	0,05	58	14,28	7	0,16	8	2,27	8	0,23	58	15,62	8	0,20
9	2,32	3	0,08	59	14,51	8	0,19	9	2,55	9	0,26	59	15,87	9	0,23
10	2,58	4	0,10	60	14,74	9	0,21	10	2,83			60	16,13		
11	2,83	5	0,13	61	14,98			11	3,11			61	16,38		
12	3,09	6	0,15	62	15,21			12	3,39	1	0,03	62	16,63		
13	3,34	7	0,18	63	15,44			13	3,67	2	0,06	63	16,88		
14	3,60	8	0,20	64	15,67			14	3,95	3	0,08	64	17,13		
15	3,85	9	0,23	65	15,90			15	4,23	4	0,11	65	17,38		
16	4,10			66	16,13			16	4,51	5	0,14	66	17,63		
17	4,35			67	16,36			17	4,78	6	0,17	67	17,88		
18	4,61			68	16,58			18	5,06	7	0,19	68	18,13		
19	4,86			69	16,81			19	5,33	8	0,22	69	18,38		
20	5,11			70	17,04			20	5,61	9	0,25	70	18,62		
21	5,36			71	17,27			21	5,88			71	18,87		
22	5,61			72	17,49			22	6,15			72	19,12	1	0,02
23	5,86			73	17,72			23	6,43			73	19,36	2	0,05
24	6,11			74	17,95			24	6,70			74	19,61	3	0,07
25	6,35			75	18,17			25	6,97			75	19,85	4	0,10
26	6,60			76	18,40			26	7,24			76	20,10	5	0,12
27	6,85			77	18,62			27	7,51			77	20,34	6	0,15
28	7,09	1	0,02	78	18,85			28	7,78			78	20,58	7	0,17
29	7,34	2	0,05	79	19,07			29	8,05	1	0,03	79	20,83	8	0,20
30	7,59	3	0,07	80	19,29			30	8,32	2	0,05	80	21,07	9	0,22
31	7,83	4	0,10	81	19,52	1	0,02	31	8,59	3	0,08	81	21,31		
32	8,08	5	0,12	82	19,74	2	0,04	32	8,86	4	0,11	82	21,55		
33	8,32	6	0,15	83	19,96	3	0,07	33	9,12	5	0,13	83	21,79		
34	8,57	7	0,17	84	20,18	4	0,09	34	9,39	6	0,16	84	22,03		
35	8,81	8	0,20	85	20,41	5	0,11	35	9,66	7	0,19	85	22,27		
36	9,05	9	0,22	86	20,63	6	0,13	36	9,92	8	0,21	86	22,51		
37	9,29			87	20,85	7	0,16	37	10,19	9	0,24	87	22,75		
38	9,54			88	21,07	8	0,18	38	10,45			88	22,99		
39	9,78			89	21,29	9	0,20	39	10,71			89	23,23		
40	10,02			90	21,51			40	10,98			90	23,46	1	0,02
41	10,26			91	21,73			41	11,24			91	23,70	2	0,05
42	10,50			92	21,95			42	11,50			92	23,94	3	0,07
43	10,74			93	22,16			43	11,76			93	24,17	4	0,09
44	10,98			94	22,38			44	12,03			94	24,41	5	0,12
45	11,22			95	22,60			45	12,29			95	24,64	6	0,14
46	11,46			96	22,82			46	12,55			96	24,88	7	0,16
47	11,69			97	23,03			47	12,80			97	25,11	8	0,19
48	11,93			98	23,25			48	13,06			98	25,35	9	0 21
49	12,17			99	23,46			49	13,32			99	25,58		
50	12,40			100	23,68			50	13,58			100	25,81		

Beispiel. Ein Rübensaft, bis zu 50 Kbzm. in das Kölbchen gefüllt, und bis 55 mit Bleiessig versetzt, umgeschüttelt, nach einiger Zeit filtrirt, habe eine Ablenkung von 51,6 Grad ergeben. Dann ist

$$\begin{array}{rrr} 51^0 & \text{(mit Bleiessig)} & = 13{,}84 \text{ Proz.} \\ 0{,}6^0 & \text{„} & = 0{,}15 \text{ „} \\ \hline 51{,}6^0 & & = 13{,}99 \text{ Proz.} \end{array}$$

oder 14,0 Proz. Das heißt: 100 Gewichtstheile Saft enthalten 14,0 Gewichtstheile Zucker.

Für die täglich sich wiederholenden gewöhnlichen Ueberwachungs-Untersuchungen in dem Fabriklaboratorium ist die Gewichtsmethode nicht geeignet, sondern die Maßmethode allein anwendbar. Der Kürze halber wird dabei die eben gegebene Tabelle benutzt, obwohl dieselbe nicht absolut, sondern nur für gewisse, technisch wohl zuzugebende Voraussetzungen sehr nahe richtige Zahlen liefert. Für genauere Untersuchungen, namentlich für solche, welche die in Arbeit genommene Zuckermenge nicht nur vergleichsweise, sondern auch unbedingt genau ergeben sollen, ist aber entweder eine andere Tabelle oder die Gewichtsmethode anzuwenden. Es muß in dieser Beziehung auf das Lehrbuch verwiesen werden.

2) Das Mitscherlich'sche Instrument. Unter Verweisung auf das Vorhergehende, soweit dasselbe allgemeine Gültigkeit für die Polarisationsinstrumente hat, ist über das für die gewöhnliche Untersuchung der Rübensäfte vielfach benutzte und auch mancherlei Vorzüge besitzende Mitscherlich'sche Instrument wenig zu sagen.

Das Normalgewicht der bei der Untersuchung zu lösenden Substanz beträgt 15 Grm., deren Lösung zu 100 Kbzm. bei reinem Zucker 20° am Apparate zeigt. Man wägt also 37,5 Grm. Rübensaft ab, verdünnt unter Zusatz von etwa 5 Kbzm. Bleiessig und außerdem Wasser zu 50 Kbzm. und verfährt dann wie früher angegeben; die abgelesenen Grade geben dann unmittelbar Prozente Zucker vom Gewichte des Rübensaftes an. Man kann auch die 37,5 Grm. mit Wasser auf 50 Kbzm. bringen, dann $^1/_{10}$ Bleiessig zufügen und nun die abgelesenen Grade um $^1/_{10}$ vermehren, oder endlich ein um $^1/_{10}$ längeres Rohr zur Beobachtung benutzen und die Prozente unmittelbar ablesen.

Wenn man das Abwägen des Saftes vermeiden will, so verfährt man, entsprechend der oben beschriebenen Maßmethode, so, daß man zunächst aus der Polarisationsablesung, welche ein mit $^1/_{10}$ seines Volumens geklärter Saft ergiebt, die Raumprozente, d. h. Gramm Zucker in 100 Kbzm. Saft, berechnet; dies geschieht, da 15 Grm. Zucker in 100 Kbzm. Flüssigkeit 20 Grad ergeben, nach dem Ansatze

$$p : x = 20 : 15,$$

worin p die Zahl der am Instrumente abgelesenen und um $^1/_{10}$ vermehrten Grade darstellt. Man sieht, daß für den Fall, daß das Instrument in seiner Ausführung genau diesen Annahmen entspricht, die Ablesung mit $^3/_4$ multiplizirt direkt Raumprozente ergiebt. Man habe z. B. 15° abgelesen, so ist diese Zahl um $^1/_{10}$ vermehrt 16,1 und entspricht 12,1 Grm. Zucker in 100 Kbzm. Saft. Um

heraus die Gewichtsprozente abzuleiten, hat man das spezifische Gewicht zu berücksichtigen und danach die Rechnung auszuführen.

Dem Instrumente sind jedoch Tabellen beigegeben, welche diese Umsetzung enthalten, wonach also aus der Ablesung unmittelbar Gewichtsprozente erschlossen werden. — Folgende Tabelle kann dafür benutzt werden:

Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente	Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente
1	**0,750**	**0,740**	5,7	4,275	4,201
1,1	0,825	0,814	5,8	4,350	4,274
1,2	0,900	0,888	5,9	4,425	4,347
1,3	0,975	0,962	**6**	**4,500**	**4 420**
1,4	1,050	1,036	6,1	4,575	4,493
1,5	1,125	1,110	6,2	4,650	4,566
1,6	1,200	1,184	6,3	4,725	4,639
1,7	1,275	1,258	6,4	4,800	4,712
1,8	1,350	1,332	6,5	4,875	4,785
1,9	1,425	1,406	6,6	4,950	4,858
2	**1,500**	**1,480**	6,7	5,025	4,931
2,1	1,575	1,554	6,8	5,100	5,004
2,2	1,650	1,628	6,9	5,175	5,077
2,3	1,725	1,702	**7**	**5,250**	**5,150**
2,4	1,800	1,776	7,1	5,325	5,221
2,5	1,875	1,850	7,2	5,400	5,292
2,6	1,950	1,924	7,3	5,475	5,363
2,7	2,025	1,998	7,4	5,550	5,434
2,8	2,100	2,072	7,5	5,625	5,505
2,9	2,175	2,146	7,6	5,700	5,576
3	**2,250**	**2,220**	7,7	5,775	5,647
3,1	2,325	2,294	7,8	5,850	5,718
3,2	2,400	2,368	7,9	5,925	5,789
3,3	2,475	2,442	**8**	**6,000**	**5,860**
3,4	2,550	2,516	8,1	6,075	5,932
3,5	2,625	2,590	8,2	6,150	6,004
3,6	2,700	2,664	8,3	6,225	6,076
3,7	2,775	2,738	8,4	6,300	6,148
3,8	2,850	2,812	8,5	6,375	6,220
3,9	2,925	2,886	8,6	6,450	6,292
4	**3,000**	**2,960**	8,7	6,525	6,364
4,1	3,075	3,033	8,8	6,600	6,436
4,2	3,150	3,106	8,9	6,675	6,508
4,3	3,225	3,179	**9**	**6,750**	**6,580**
4,4	3,300	3,252	9,1	6,825	6,651
4,5	3,375	3,325	9,2	6,900	6,722
4,6	3,450	3,398	9,3	6,975	6,793
4,7	3,525	3,471	9,4	7,050	6,864
4,8	3,600	3,544	9,5	7,125	6,935
4,9	3,675	3,617	9,6	7,200	7,006
5	**3,750**	**3,690**	9,7	7,275	7,077
5,1	3,825	3,763	9,8	7,350	7,148
5,2	3,900	3,836	9,9	7,425	7,219
5,3	3,975	3,909	**10**	**7,500**	**7,290**
5,4	4,050	3,982	10,1	7,575	7,360
5,5	4,125	4,055	10,2	7,650	7,430
5,6	4,200	4,128	10,3	7,725	7,500

Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente	Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente
10,4	7,800	7,570	15,8	11,850	11,342
10,5	7,875	7,640	15,9	11,925	11,411
10,6	7,950	7,710	**16**	**12,000**	**11,480**
10,7	8,025	7,780	16,1	12,075	11,547
10,8	8,100	7,850	16,2	12,150	11,614
10,9	8,175	7,920	16,3	12,225	11,681
11	**8,250**	**7,990**	16,4	12,300	11,748
11,1	8,325	8,061	16,5	12,375	11,815
11,2	8,400	8,132	16,6	12,450	11,882
11,3	8,475	8,203	16,7	12,525	11,949
11,4	8,550	8,274	16,8	12,600	12,016
11,5	8,625	8,345	16,9	12,675	12,083
11,6	8,700	8,416	**17**	**12,750**	**12,150**
11,7	8,775	8,487	17,1	12,825	12,218
11,8	8,850	8,558	17,2	12,900	12,286
11,9	8,925	8,629	17,3	12,975	12,354
12	**9,000**	**8,700**	17,4	13,050	12,422
12,1	9,075	8,770	17,5	13,125	12,490
12,2	9,150	8,840	17,6	13,200	12,558
12,3	9,225	8,910	17,7	13,275	12,626
12,4	9,300	8,980	17,8	13,350	12,694
12,5	9,375	9,050	17,9	13,425	12,762
12,6	9,450	9,120	**18**	**13,500**	**12,830**
12,7	9,525	9,190	18,1	13,575	12,898
12,8	9,600	9,260	18,2	13,650	12,966
12,9	9,675	9,330	18,3	13,725	13,034
13	**9,750**	**9,400**	18,4	13,800	13,102
13,1	9,825	9,470	18,5	13,875	13,170
13,2	9,900	9,540	18,6	13,950	13,238
13,3	9,975	9,610	18,7	14,025	13,306
13,4	10,050	9,680	18,8	14,100	13,374
13,5	10,125	9,750	18,9	14,175	13,442
13,6	10,200	9,820	**19**	**14,250**	**13,510**
13,7	10,275	9,890	19,1	14,325	13,577
13,8	10,350	9,960	19,2	14,400	13,644
13,9	10,425	10,030	19,3	14,475	13,711
14	**10,500**	**10,100**	19,4	14,550	13,778
14,1	10,575	10,169	19,5	14,625	13,845
14,2	10,650	10,238	19,6	14,700	13,912
14,3	10,725	10,307	19,7	14,775	13,979
14,4	10,800	10,376	19,8	14,850	14,046
14,5	10,875	10,445	19,9	15,925	14,113
14,6	10,950	10,514	**20**	**15,000**	**14,180**
14,7	11,025	10,583	20,1	15,075	14,247
14,8	11,100	10,652	20,2	15,150	14,314
14,9	11,175	10,721	20,3	15,225	14,381
15	**11,250**	**10,790**	20,4	15,300	14,448
15,1	11,325	10,859	20,5	15,375	14,515
15,2	11,400	10,928	20,6	15,450	14,582
15,3	11,475	10,997	20,7	15,525	14,649
15,4	11,550	11,066	20,8	15,600	14,716
15,5	11,625	11,135	20,9	15,675	14,783
15,6	11,700	11,204	**21**	**15,750**	**14,850**
15,7	11,775	11,273	21,1	15,825	14,917

Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente	Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente
21,2	15,900	14,984	26,6	19,950	18,534
21,3	15,975	15,051	26,7	20,025	18,598
21,4	16,050	15,118	26,8	20,100	18,602
21,5	16,125	15,185	26,9	20,175	18,726
21,6	16,200	15,252	**27**	**20,250**	**18,790**
21,7	16,275	15,319	27,1	20,325	18,855
21,8	16,350	15,386	27,2	20,400	18,920
21,9	16,425	15,453	27,3	20,475	18,985
22	**16,500**	**15,520**	27,4	20,550	19,050
22,1	16,575	15,586	27,5	20,625	19,115
22,2	16,650	15,652	27,6	20,700	19,180
22,3	16,725	15,718	27,7	20,775	19,245
22,4	16,800	15,784	27,8	20,850	19,310
22,5	16,875	15,850	27,9	20,925	19,375
22,6	16,950	15,916	**28**	**21,000**	**19,440**
22,7	17,025	15,982	28,1	21,075	19,503
22,8	17,100	16,048	28,2	21,150	19,566
22,9	17,175	16,114	28,3	21,225	19,629
23	**17,250**	**16,180**	28,4	21,300	19,692
23,1	17,325	16,246	28,5	21,375	19,755
23,2	17,400	16,312	28,6	21,450	19,818
23,3	17,475	16,378	28,7	21,525	19,881
23,4	17,550	16,444	28,8	21,600	19,944
23,5	17,625	16,510	28,9	21,675	20,007
23,6	17,700	16,576	**29**	**21,750**	**20,070**
23,7	17,775	16,642	29,1	21,825	20,134
23,8	17,850	16,708	29,2	21,900	20,198
23,9	17,925	16,774	29,3	21,975	20,262
24	**18,000**	**16,840**	29,4	22,050	20,326
24,1	18,075	16,906	29,5	22,125	20,390
24,2	18,150	16,972	29,6	22,200	20,454
24,3	18,225	17,038	29,7	22,275	20,518
24,4	18,300	17,104	29,8	22,350	20,582
24,5	18,375	17,170	29,9	22,425	20,646
24,6	18,450	17,236	**30**	**22,500**	**20,710**
24,7	18,525	17,302	30,1	22,575	20,774
24,8	18,600	17,368	30,2	22,650	20,838
24,9	18,675	17,434	30,3	22,725	20,902
25	**18,750**	**17,500**	30,4	22,800	20,966
25,1	18,825	17,565	30,5	22,875	21,030
25,2	18,900	17,630	30,6	22,950	21,094
25,3	18,975	17,695	30,7	23,025	21,158
25,4	19,050	17,760	30,8	23,100	21,222
25,5	19,125	17,825	30,9	23,175	21,286
25,6	19,200	17,890	**31**	**23,250**	**21,350**
25,7	19,275	17,955	31,1	23,325	21,413
25,8	19,350	18,020	31,2	23,400	21,476
25,9	19,425	18,085	31,3	23,475	21,539
26	**19,500**	**18,150**	31,4	23,550	21,602
26,1	19,575	18,214	31,5	23,625	21,665
26,2	19,650	18,278	31,6	23,700	21,728
26,3	19,725	18,342	31,7	23,775	21,791
26,4	19,800	18,406	31,8	23,850	21,854
26,5	19,875	18,470	31,9	23,925	21,917

Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente	Polarisationsgrade	Zucker. Raumprozente	Zucker. Gewichtsprozente
32	**24,000**	**21,980**	36,1	27,075	24,532
32,1	24,075	22,043	36,2	27,150	24,594
32,2	24,150	22,106	36,3	27,225	24,656
32,3	24,225	22,169	36,4	27,300	24,718
32,4	24,300	22,232	36,5	27,375	24,780
32,5	24,375	22,295	36,6	27,450	24,842
32,6	24,450	22,358	36,7	27,525	24,904
32,7	24,525	22,421	36,8	27,600	24,966
32,8	24,600	22,484	36,9	27,675	25,028
32,9	24,675	22,547	**37**	**27,750**	**25,090**
33	**24,750**	**22,610**	37,1	27,825	25,151
33,1	24,825	22,671	37,2	27,900	25,212
33,2	24,900	22,732	37,3	27,975	25,273
33,3	24,975	22,793	37,4	28,050	25,334
33,4	25,050	22,854	37,5	28,125	25,395
33,5	25,125	22,915	37,6	28,200	25,456
33,6	25,200	22,976	37,7	28,275	25,517
33,7	25,275	23,037	37,8	28,350	25,578
33,8	25,350	23,098	37,9	28,425	25,639
33,9	25,425	23,159	**38**	**28,500**	**25,700**
34	**25,500**	**23,220**	38,1	28,575	25,760
34,1	25,575	23,283	38,2	28,650	25,820
34,2	25,650	23,346	38,3	28,725	25,880
34,3	25,725	23,409	38,4	28,800	25,940
34,4	25,800	23,472	38,5	28,875	26,000
34,5	25,875	23,535	38,6	28,950	36,060
34,6	25,950	23,598	38,7	29,025	26,120
34,7	26,025	23,661	38,8	29,100	26,180
34,8	26,100	23,724	38,9	29,175	26,240
34,9	26,175	23,787	**39**	**29,250**	**26,300**
35	**26,250**	**23,850**	39,1	29,325	26,361
35,1	26,325	23,912	39,2	29,400	26,422
35,2	26,400	23,974	39,3	29,475	26,483
35,3	26,475	24,036	39,4	29,550	26,544
35,4	26,550	24,098	38,5	29,625	26,605
35,5	26,625	24,160	39,6	29,700	26,666
35,6	26,700	24,222	39,7	29,775	26,727
35,7	26,775	24,284	30,8	29,850	26,788
35,8	26,850	24,346	39,9	29,925	26,849
35,9	26,925	24,408	**40**	**30,000**	**26,910**
36	**27,000**	**24,470**			

Einzelne Bemerkungen über die Zuckerbestimmungen nach den eben beschriebenen Methoden mögen hier noch Platz finden.

Bereitung und Anwendung der Bleiessiglösung. In einer großen Porzellanschale übergießt man $1^1/_2$ Klgr. Bleizucker und 1 Klgr. feingepulverte Mennige mit 6,7 Liter destillirtem Wasser oder reinem Dampfwasser und läßt unter wiederholtem Umrühren einen halben Tag in der Wärme stehen, wobei man das verdunstende Wasser von Zeit zu Zeit ersetzt. Dann gießt man die Flüssigkeit in Flaschen, welche wohl verkorkt zurückgestellt werden; es ist gleichgültig, ob

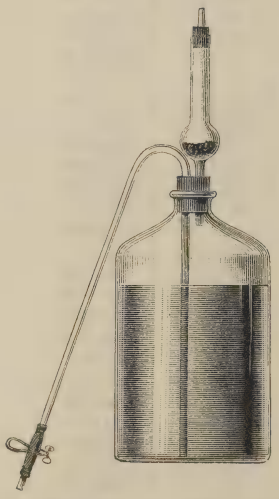
man die Flüssigkeit mehr oder weniger klar von dem vorhandenen Bodensatz abgießt oder nicht.

Dieses längere Erwärmen, sowie das Trocknen bei einer, 100° nicht übersteigenden Wärme, kann man leicht auf einer, zweckmäßig an oder auf einem Dampf- oder Heißwassersammler befestigten metallenen Platte, oder einer dergleichen Schale ausführen; man ist sicher, daß dann keine schädliche Temperatur erreicht wird.

Um Bleiessiglösung, Wasser u. s. w. genau abzumessen, sollte man dieselben niemals aus einer Flasche in die Kölbchen u. s. w. gießen, wobei der Grenzpunkt sehr leicht überschritten und das Ergebniß unrichtig wird. Es empfiehlt sich vielmehr, diese Flüssigkeiten aus einer feinen Röhre, zuletzt tropfenweise, zufließen zu lassen, welche im gegebenen Augenblicke durch einen Quetschhahn abgesperrt wird.

Fig. 6 stellt eine hierfür eingerichtete Flasche dar, wie man deren einige über dem Arbeitstisch erhöht aufstellt. Für Bleissig wird die Kugelröhre über etwas Baumwolle im unteren Theile, mit einem körnigen Gemisch von Glaubersalz und Kalk[1]) angefüllt, weil sonst die Kohlensäure der Luft die Bleilösung zersetzt. Eine zweite solche Flasche wird mit destillirtem Wasser gefüllt, eine dritte (bequem, aber nicht gerade nothwendig, s. u.) mit einem Gemisch aus 1 Thl. gewöhnlicher Essigsäure und 4 Thln. Wasser. Für diese beiden Flaschen genügt es, die Kugelröhre lose mit Baumwolle anzufüllen, um das Eintreten des Staubes mit der Luft zu verhüten.

Fig. 6.



Bläst man bei geöffnetem Quetschhahn vorsichtig in diese Röhre, so kommt die Flüssigkeit zum Ausfließen, schließt man dann den Quetschhahn, so hält sich der Heber gefüllt und nun kann mittelst Drückens auf die Knöpfchen des Quetschhahns jederzeit Flüssigkeit in beliebiger Menge und tropfenweise abgelassen werden, und das Anfüllen des Kölbchens bis zu einem Strich ist mit der größten Genauigkeit und Leichtigkeit zu bewerkstelligen.

Es ist schon bemerkt worden, daß die Flüssigkeiten nach dem Vermischen mit Bleiessig zweckmäßig einige Zeit stehen bleiben, ehe man sie filtrirt. Manche Rübensäfte und Rückstände werden überhaupt ohne diese Vorsicht nicht klar, manche Nachsäfte nicht farblos. Der Bleiessigzusatz schützt dabei die Flüssigkeit vor Veränderung auf lange Zeit, und man kann daher, wenn die Zeit der Probenahme zur sorgfältigen Zuckerbestimmung nicht geeignet ist, die nur mit dem Aräometer gewogenen und bis zur Bleiessigfällung gebrachten Säfte im verkorkten

[1]) Man zerstößt etwa gleiche Raumtheile gebrannten Kalk und Glaubersalz, trocknet das Gemenge über Feuer (in einer Schale aus Eisenblech oder dergl.) aus und siebt das feine Pulver ab; in obige Röhre kommen Körner von etwa Erbsengröße.

Kölbchen bis zu einer gelegeneren Zeit stehen lassen und dann erst — z. B. mehre nach einander — filtriren und polarisiren. Namentlich bei den in regelmäßigen Zeiträumen genommenen Fabrikproben ist ein derartiges Verfahren sehr zu empfehlen.

Behandlung der Kölbchen, Polarisationsröhren u. s. w. Nach dem Gebrauche sind die Zilinder, Kölbchen u. s. w. sofort mit Wasser, nöthigenfalls unter Zusatz von etwas Bleischrot oder von verdünnter Salpetersäure, zu reinigen; man spült dann mit reinem (destillirtem oder Dampf-) Wasser mehrmals nach, und stülpt die Kölbchen u. s. w. zum Ablauf in ein mit Löchern versehenes Gestell. Vor dem Wiedergebrauch hat man sich davon zu überzeugen, daß diese Gefäße, deren man immer eine gewisse Anzahl im Gebrauch haben muß, ausgetrocknet sind, oder, wenn man dies nicht abwarten kann, dieselben jedesmal erst mit etwas von derjenigen Flüssigkeit auszuspülen, von welcher dann in das Gefäß zur Untersuchung eingefüllt werden soll, damit die untersuchte Probe sicher nicht mit rückständigem Wasser verdünnt werde.

Polarisationsröhren jedesmal auszutrocknen ist nicht nöthig und, weil die Röhren leicht leiden, nicht einmal empfehlenswerth. Für die Praxis bei den Fabrikuntersuchungen genügt es, nach dem Entleeren, mit etwas verdünnter Essigsäure auszuspülen. Dazu dient etwa die oben bezeichnete dritte Heberflasche und man vermeidet jeden später schwieriger zu entfernenden Ansatz von Bleiniederschlag. Die wieder entleerte Röhre kann bis zum Gebrauch mit ihren Gläschen und Kapseln verschlossen aufbewahrt werden; natürlich ist sie dann mit der der Polarisation zu unterwerfenden filtrirten Flüssigkeit ein oder zwei Mal auszuspülen, um jede Verdünnung der alsdann erst einzufüllenden Probe zu verhindern.

Für diese in jeder Weise zu empfehlende, bequeme Arbeitsweise mag noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß man die drei Heberflaschen durch irgend ein in die Augen springendes Merkzeichen kenntlich machen soll, da man sonst leicht die unfern von einander befindlichen Quetschhähne verwechselt.

Filtriren. Die Flüssigkeit mit dem Bleiniederschlag wird auf ein Filter gegossen, welches aus rasch und klar filtrirendem Papier angefertigt sein und in den Trichter gut passen muß. Den Trichter stellt man am besten auf ein Zilinderglas mit Fuß und umgeht dadurch die Anwendung der Filtrirgestelle.

Fig. 7 (a. f. S.) zeigt die Aufstellung in $^1/_2$ natürlicher Größe, wie sie für alle ähnlichen technischen Bestimmungen zu empfehlen ist. Für Reinigung des Trichters und Glases gilt das oben Gesagte. Beide Theile sollen vor der Ingebrauchnahme völlig trocken sein, das zuerst Durchgelaufene wird weggeschüttet.

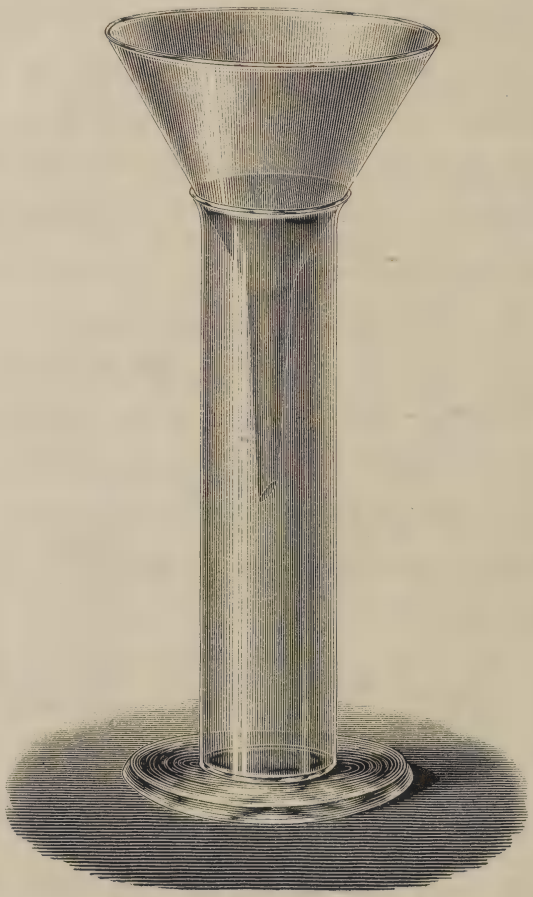
Filter halte man in passenden Größen vorräthig, Faltenfilter sind nur bei sehr eiliger Arbeit nothwendig.

Es ist wohl überflüssig, zu bemerken, daß dieselben Vorschriften auch auf alle anderen Arten Zuckerbestimmungen, welche später noch zu besprechen sein werden, Anwendung finden; sie haben nur an dieser Stelle Aufnahme gefunden, weil die Zuckerbestimmung in Rübensäften die am häufigste in den Fabriken vorkommende ist; es kann daher später auf diese Stelle verwiesen werden.

Der veränderte Zucker findet sich nur selten in solcher Menge in dem Rübensaft, daß seine quantitative Bestimmung angezeigt wäre. Der Nach-

weis seines Vorhandenseins überhaupt ist dagegen öfter von Wichtigkeit. Man kann dazu die Kupferreduktion nicht unmittelbar anwenden, welche sich fast bei jedem rohen Rübensafte durch die Fehling'sche Lösung zu erkennen giebt, da dieselbe, ebenso wie bei der Prüfung der vom Bleiessigniederschlag abfiltrirten Lösung nicht zum Schlusse auf das Vorhandensein von verändertem Zucker berechtigt, und zwar deßhalb, weil sie noch durch andere ähnliche Körper hervorgerufen werden

Fig. 7.



kann. Man muß vielmehr den Saft im geschiedenen Zustande, d. h. nach erfolgter Reinigung durch Aufkochen mit sehr wenig Kalk und Filtriren anwenden. Diesen Saft setzt man in steigenden Mengen der vorher zum Kochen gebrachten (rein blau gebliebenen) etwas verdünnten Kupferlösung zu und beobachtet die dabei auftretende Fällung, welche, falls sie rein gelb oder roth ist, die Gegenwart von verändertem Zucker anzeigt. Die Reaktion ist indeß, namentlich bei sehr geringer Menge des gesuchten Zuckers bis zu einem gewissen Grade unsicher, zum

Theil in Folge der Saftfärbung und der Gegenwart von Kalk; auch läßt eine deutliche Fällung von Oxidul häufig nur auf geringe Bruchtheile veränderten Zuckers schließen, und es gehört somit einige Uebung und Erfahrung dazu, um die betreffenden Beobachtungen richtig auszulegen.

Zur Anwendung der alkalischen Kupferlösung (wie auch der sonst wohl gebrauchten Natronlösung) empfehle ich unbedingt als zweckmäßig solche Fläschchen, wie Fig. 8 eines in halber Größe darstellt. Dieses Kappenfläschchen hat keinen Stöpsel, sondern eine von außen am Halse schließende aufgeschliffene Kappe. Die Berührungsstelle derselben mit dem Halse ist mit ein wenig Talg bestrichen. In der Flasche steht ein passendes Glasrohr.

Fig. 8.

Um die zu einem Versuche nöthige geringe Menge Lösung herauszunehmen, verschließt man nach Wegnahme der Kappe diese Glasröhre mit dem Finger, hebt sie heraus und läßt die darin festgehaltene Flüssigkeit in die Proberöhre fallen. Auf diese Weise wird der Hals der Flasche niemals von herablaufender alkalischer Flüssigkeit getroffen und die Probenahme ist einfacher wie bei jeder anderen Einrichtung.

Die Reinheit. Obwohl die Spindelanzeige nur scheinbar den Gehalt des Saftes an gelösten Stoffen (die scheinbare Trockensubstanz) angiebt, so dient doch das Verhältniß des Zuckergehaltes zu diesem Gesammtgehalt ganz allgemein zur Beurtheilung der Reinheit der Säfte. Einen je größeren Antheil der Trockensubstanz im Rübensafte der Zuckergehalt ausmacht, desto reiner ist der Saft, und man berechnet daher aus Spindelanzeige und Zuckergehalt die Menge Zucker auf 100 Thle. der Gesammtmenge an gelösten Stoffen; die Zahl, welche dieses Verhältniß ausdrückt, nennt man den Quotienten, Reinheitsquotienten oder den Faktor des Saftes, besser und kürzer die Reinheit, wobei ein für allemal feststeht, daß sie sich auf 100 Thle. Trockensubstanz bezieht. Es ist durchaus fehlerhaft und kann nie eine klare Vorstellung über dieses Verhältniß geben, wenn man, wie dies allerdings häufig geschieht, nur den Unterschied zwischen dem Prozentgehalte an Gesammttrockensubstanz und an Zucker angiebt, da dieser Unterschied einen sehr verschiedenen Grad von Reinheit des Saftes darstellen kann.

Es habe z. B. ein Rübensaft 16 Proz. an der Spindel und 14 Proz. Zucker, ein anderer 12 Proz. an der Spindel und 10 Proz. Zucker ergeben. Beide zeigen also einen Unterschied von 2 Proz., welche Zahl die Menge der anwesenden *fremden Körper* oder des „*Nichtzuckers*“ ausdrückt; dennoch sind beide Säfte, außer in ihrem Zuckergehalte, auch noch in ihrer *Reinheit* sehr verschieden. Denn bei dem ersteren kommen die 2 Proz. Nichtzucker auf 14, bei dem letzteren auf 10 Thle. Zucker, oder es beträgt im ersteren Falle der Nichtzucker $^1/_7$, im anderen $^1/_5$ der Zuckermenge. Auf 100 Thle. Trockensubstanz enthält der erstere Saft 87,5, der letztere 83,3 Thle. Zucker und man sagt also, dieselben haben die *Reinheiten* (Faktoren, Quotienten) 87,5 und 83,3, die als *Prozente* zu verstehen sind, und auch meist so bezeichnet werden.

Die Menge der Trockensubstanz ist in diesen Beispielen aus der Angabe des Aräometers entnommen, sie ist also nicht genau und die davon abzuleitenden Werthe nur *scheinbare* (s. oben S. 17); den Reinheiten (Reinheitsquotienten, Faktoren) ist also keine größere Bedeutung beizumessen, als diesem ihrem Ursprunge entspricht; für genaue Angaben oder die *wirkliche Reinheit* ist die Kenntniß der wirklichen Trockensubstanz erforderlich, welche nur durch eine sorgfältig ausgeführte Wasserbestimmung zu erreichen ist. Man begnügt sich für *technische* Bestimmungen mit den *scheinbaren* Zahlen, und es haben dieselben allerdings für *gleichartige* Untersuchungsgegenstände einen solchen Grad von Zuverlässigkeit, daß sie Schlüsse über vergleichende Reinheit in so weit gestatten, als dies für allgemeine Beurtheilung genügt.

Die *Werthzahl*. Man kann für Rübensäfte im Allgemeinen annehmen, daß ihr Werth abhängig ist sowohl von ihrem absoluten Zuckergehalt, wie von ihrer Reinheit, und zwar pflegt man, da das Austrocknen hier nur für ganz spezielle Zwecke geschieht, stets von der scheinbaren Reinheit zu sprechen. Demnach kann man den Werth eines Rübensaftes oder der Rüben, von welchen er herrührt, sehr zweckmäßig durch eine *Werthzahl* ausdrücken, die man durch Multiplikation dieser beiden Zahlen und Division durch 100 (der Abkürzung halber) findet.

Es wird nämlich um so mehr Zucker aus dem Safte gewonnen werden, erstens je mehr überhaupt darin enthalten, und zweitens von je weniger Nichtzucker derselbe begleitet ist; hiernach ergiebt sich für die oben gewählten Beispiele die Werthzahl zu

$$\frac{14{,}0 \,.\, 87{,}5}{100} = 12{,}25$$

und zu

$$\frac{12{,}0 \,.\, 83{,}3}{100} = 10{,}0.$$

Man sieht, daß diese Zahlen sich von einander um mehr als den Unterschied im Zuckergehalte unterscheiden, weil hier der zuckerreichere Saft zugleich der reinere ist. Wäre dies umgekehrt, so könnte sogar die zuckerreichere Rübe einen geringeren Werth als die ärmere besitzen. Der Saft einer Rübenprobe habe z. B. 15,0 Proz. Ball. und 12 Proz. Zucker, der einer anderen 13,0 Proz. Ball. und 11,1 Proz. Zucker ergeben; die Reinheit der ersteren ist demnach 75, die der letzteren 85,3. Man findet alsdann als Vergleichswerthe die Werthzahlen

$$\frac{12{,}0 \cdot 75}{100} = 9{,}0$$

und

$$\frac{11{,}1 \cdot 85{,}3}{100} = 9{,}46$$

d. h. die Rüben, welche den letzteren Saft lieferten, sind werthvoller als die ersteren und werden bei gleicher Fabrikationsmethode eine höhere Ausbeute geben.

Man betrachte es als eine allgemeine Regel, daß von jedem untersuchten Rübensafte oder ähnlichen Produkte immer die Saftdichte (möglichst genau mittelst eines guten Saccharometers), der Zuckergehalt und die Reinheit, sowie bei allen zu Vergleichen bestimmten Untersuchungen auch die Werthzahl ermittelt und bemerkt werde.

Es stellt sich demnach jede Saftuntersuchung ähnlich wie obiges Beispiel dar: Rübensaftprobe 16,0 Proz. Ball., 14,0 Proz. Zucker, Reinheit 87,3, Werthzahl 12,25.

Die Reinheit des Rübensaftes wechselt meist zwischen 75 und 85, zieht man auch seltene Fälle in Betracht, zwischen 70 und 90. Rüben von weniger als 75 Proz. kann man im Allgemeinen als der Verarbeitung nicht werth bezeichnen.

Asche und Salze. Die Einäscherung des eingetrockneten Saftes liefert den Gehalt des letzteren an „Asche“. Man trocknet den abgemessenen Saft vorsichtig ein und verkohlt behutsam. Die Saftkohle brennt sich nicht weiß; man kocht daher wiederholt mit Wasser aus, bis alle löslichen Salze aus der Kohle entfernt sind, worauf diese nach dem Trocknen rasch und vollständig verbrennt; ist dies geschehen, so setzt man zu der Asche die durch die Auskochungen erhaltenen Lösungen hinzu, verdampft zur vollständigen Trockne im Wasserbade und glüht schließlich nochmals Alles nicht zu stark. Man erhält so die Asche eines bestimmten Saftvolumens und findet, da das spezifische Gewicht des Saftes durch die Spindel vorher gefunden worden, mittelst Rechnung auch den Aschengehalt in Gewichtsprozenten.

Es seien z. B. 100 Kbzm. Saft getrocknet und eingeäschert worden, und haben 0,66 Gramm Asche gegeben. Der Saft habe 16,0 Proz. Ball. gezeigt, so war sein spezifisches Gewicht (nach der Tabelle S. 7) 1,066. Die 100 Kbzm. sind daher 106,6 Gr. und es enthielten 100 Gewichtstheile dieses Saftes 0,619 Thle. Asche.

Handelt es sich um die Asche der Rübe und nicht des Saftes, so verfährt man mit den gewogenen und getrockneten Rübenscheiben ebenso; besondere Sorgfalt ist auf die vollkommene Reinigung der Oberfläche zu verwenden (natürlich erhält man unmittelbar Gewichtsprozente).

Man findet zwischen 0,5 und 1 Proz. Asche vom Gewichte des Saftes, im Mittel 0,6 bis 0,8 Proz.

Es ist zu beachten, daß Asche nicht gleichbedeutend mit Salzen ist, obwohl beide Begriffe häufig verwechselt werden. Die Asche ist vielmehr ein Gemisch von unorganischen Salzen, die nur zum kleineren Theile als solche im Safte vorhanden waren, zum größeren aber darin ganz andere Verbindungen darstellen,

als die sind, welche der natürliche Saft enthält, da derselbe beim Verbrennen eine wesentliche Umsetzung erleidet.

Man findet in der Rüben- oder Saftasche die Basen (Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxid) an Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kieselsäure gebunden, außerdem Chlorkalium und Chlornatrium. Den bei weitem größeren Antheil bilden die kohlensauren Alkalien (Kali und Natron), welche von den Verbindungen der Alkalien mit organischen Säuren stammen, die sich beim Verbrennen in kohlensaure Salze umwandeln.

Die eigentlichen Salze sind dagegen die Verbindungen, welche keine Kohlensäure enthalten; dieselben sind unverändert in die Asche eingegangen und wesentlich von denjenigen verschieden, welche eine organische Säure oder einen, gleiche Rolle spielenden organischen Körper enthalten und sich nun in Form von Kohlensäureverbindungen in der Asche finden; die Menge jener ist in Asche und Saft die gleiche, bei diesen aber kann die Menge der in der Asche vorhandenen Verbindungen nur als ein Maßstab für die ursprüngliche gelten, der jedoch keinen ganz sicheren Rückschluß gestattet, weil die Natur der Verbindungen der organischen Saftbestandtheile mit unorganischer Basis nicht hinreichend genau bekannt ist.

Drittes Kapitel.

Die Saftgewinnung.

1. Allgemeines.

Der Zweck der Saftgewinnung überhaupt ist die Herstellung der größtmöglichen Menge Zuckers aus den geernteten Rüben; praktisch heißt dies soviel wie möglichst vollständige Gewinnung des Saftes in solcher Reinheit, wie es die Beschaffenheit der Rüben gestattet, und mit den möglichst geringen Kosten. Es giebt eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Arbeitsweisen, welche das gesteckte Ziel erstreben und in mehr oder minder vollkommener Weise zu erreichen gestatten, und wenn auch in neuerer Zeit eine derselben ganz besonders das Uebergewicht über die andere zu gewinnen bestimmt scheint, so haben doch hierzu nicht unbedeutend auch solche Umstände beigetragen, welche nicht zur Zuckerfabrikation unmittelbar gehören und die Wahl des Verfahrens dennoch wesentlich beeinflussen.

Alle Zuckergewinnungsverfahren stimmen darin überein, daß der Saft vom Marke getrennt, gereinigt und bis zur Kristallisation des Zuckers eingedampft werden muß.

Betrachtet man nun die Saftgewinnung aus frischen Rüben, so setzt dieselbe bei allen verschiedenen Ausführungsarten allgemein das Waschen und, wenigstens meist, das Köpfen, Kappen oder Putzen der Rüben voraus. Hierauf folgt die Zerkleinerung, welche entweder durch Reiben oder durch Schneidemaschinen geschieht; im ersteren Falle wird Rübenbrei, im letzteren werden Schnitzeln erzielt.

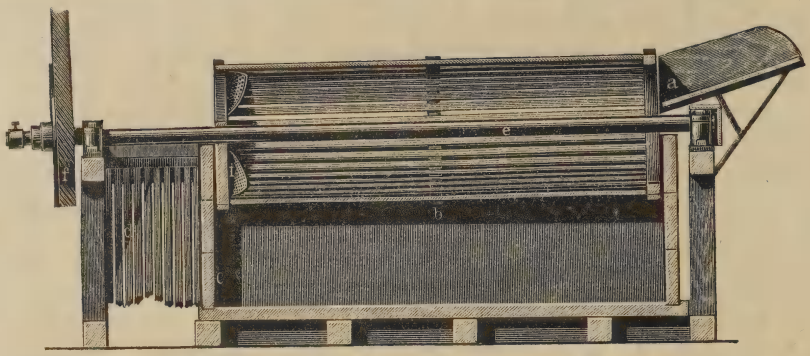
Die Saftgewinnung aus dem Brei erfolgt entweder durch Auspressen, oder durch Ausschleudern, oder durch Auslaugen, oder endlich durch ein zusammengesetztes Verfahren; die Saftgewinnung aus Schnitzeln geschieht durch Diffusion.

Aus getrockneten Rüben gewinnt man den Saft nur durch Auslaugen.

Das Waschen der Rüben. Die den Rüben stets in minderem oder stärkerem Maß anhaftende Erde würde bei deren Verarbeitung vielerlei Schaden verursachen. Es werden daher die Rüben vor ihrer Zerkleinerung durch Waschen vom anhängenden Boden befreit.

Zum Waschen bedient man sich fast allgemein der Waschtrommel, welche in Fig. 9 dargestellt ist. Dieselbe besteht aus einem hölzernen Kasten für das Wasser und einer die Rüben aufnehmenden Trommel, die meist aus eisernen Kränzen

Fig. 9.



oder Kreuzen mit darauf befestigten Holzlatten hergestellt ist und in drehende Bewegung versetzt wird. Die Rüben fallen über die schiefe Rinne *a* in die Waschtrommel (wobei sie schon durch die Latten, welche die Sohle der Rinne bilden, einen Theil der Erde verlieren), und werden durch die Drehung derselben und das Nachfallen weiterer Rüben, zum Theil auch durch eine geringe Neigung der Trommel oder durch in derselben befestigte kleine Schaufeln allmälig den schraubenartig gebogenen Auswurfschaufeln *i* zugeschoben, welche sie auf die Rostfläche *d* werfen.

Die Bewegung der Trommel geschieht mittelst Riemen und Riemenscheibe *f*.

Statt der hölzernen Lattentrommel sind auch eiserne Wäschen im Gebrauch.

Zweckmäßig verbindet man mit der Wäsche einen Steinfänger, wie er beim Waschen der Kartoffeln in den Brennereien gebräuchlich ist. Derselbe besteht aus einem an den Waschtrog stoßenden kleineren Trog, der halb mit Wasser gefüllt ist, und in welchem die Rüben durch schraubenförmig an der Welle befestigte Eisenstäbe mehrfach gehoben und dann ausgeworfen werden. Die Steine bleiben am Boden des Troges und sind von Zeit zu Zeit zu entfernen.

Aus den Waschtrögen der Waschmaschine ist Erde und Schlamm von Zeit zu Zeit, je nach der zugeführten Menge, zu entfernen; man läßt den Schlamm meist sich absetzen und benutzt den Rückstand als Dünger. Es ist leicht einzusehen, daß in Folge der stattgefundenen Auswaschung der Düngerwerth ein sehr geringer ist; er wird nur bedingt durch die mit fortgeführten wenigen Rübenabfälle.

Putzen der Rüben. Schon oben ist angedeutet worden, daß es im Allgemeinen von Nutzen ist, den oberen Theil oder Kopf der Rübe vor der Verarbeitung zu entfernen; wenn dies aber auch öfter dann nicht der Fall sein sollte, so lange die Rüben frisch und wohl erhalten sind, so müssen doch unter ungünstigeren Verhältnissen und wenn theilweise Verderbniß und Fäulniß eingetreten ist, die schadhaften Stellen der Rüben ausgeschnitten, jedenfalls aber die bei der Ernte an den Wurzeln belassenen Blattansätze entfernt werden. Es ist durchaus nachtheilig, beides mit zu verarbeiten, und daher, auch abgesehen von der Steuer, empfehlenswerth, die Rüben putzen zu lassen. Dies kann allerdings völlig unterbleiben, wenn diese schon bei der Herausnahme sorgfältig von den Blattansätzen befreit und dann in so kurzer Zeit verarbeitet werden, daß Fäulniß nicht stattfindet. Wenn die Rüben eine solche Behandlung durch Putzen oder Kappen erfahren, so fallen sie in der Regel aus der Wäsche auf einen drehenden Tisch, mit Einrichtung für Wasserablauf, das sogenannte Karussel, von welchem sie durch Arbeiterinnen zum Abschneiden der bezeichneten Theile entnommen und in die Körbe oder Verwiegungswagen geworfen werden.

Zum Kappen oder Putzen wendet man einfache Messer in verschiedener Weise an; das Abschneiden aus freier Hand ist für Ungeübtere mühsam, fördert aber die Arbeit bei daran Gewöhnten sehr und ermöglicht mehr als jede andere Einrichtung das Ausschneiden der faulen Stellen. In manchen Fabriken legt man die Rüben gegen ein vor die Brust gehängtes Brett. Empfehlenswerth sind die um einen Zapfen beweglichen, auf kleinen Bänken befestigten Hackmesser, wenn nur die Köpfe entfernt werden sollen. Namentlich bei großen Rüben mit ausgedehnten grünen Obertheilen sind solche Hackmesser sehr praktisch und Arbeit ersparend. Wenn später faule Stellen ausgeschnitten werden sollen, muß dies allerdings noch besonders mit einem Messer geschehen.

Um das Gewicht der Rüben zu bestimmen, werden sie in eiserne Wagen geworfen, welche auf drei Paar Rädern laufen, deren mittleres zum Zwecke leichteren Umdrehens u. s. w. etwas höher als die beiden anderen ist. In denselben werden die Rüben, wo die Besteuerung nach ihrem Gewichte stattfindet, in Mengen von jedesmal 5 Ztr. abgewogen und dann zu der Zerkleinerungsmaschine, der Reibe oder Schnitzelmaschine, gefahren.

Zum Verwiegen wendet man eine einfache Dezimal- oder auch Balkenwage an. Jede Ungenauigkeit beim Abwiegen läßt die Trinks'sche Kontroll-Wage vermeiden.

2. Saftgewinnung durch Auspressen.

1. Das Reiben. Aus der Rübe vermögen die stärksten Pressen nur dann den Saft frei zu machen, wenn die Zellen zerrissen sind. Dasselbe findet beim Ausschleudern statt. Daher die Nothwendigkeit, die Rüben vor dem Auspressen zu so feinem Brei wie möglich zu zerreiben.

Zum Zerreiben bedient man sich bei uns ausschließlich der Thierry'schen Reibe.

Im Wesentlichen besteht dieselbe aus einer Trommel, deren zilindrische Ober-

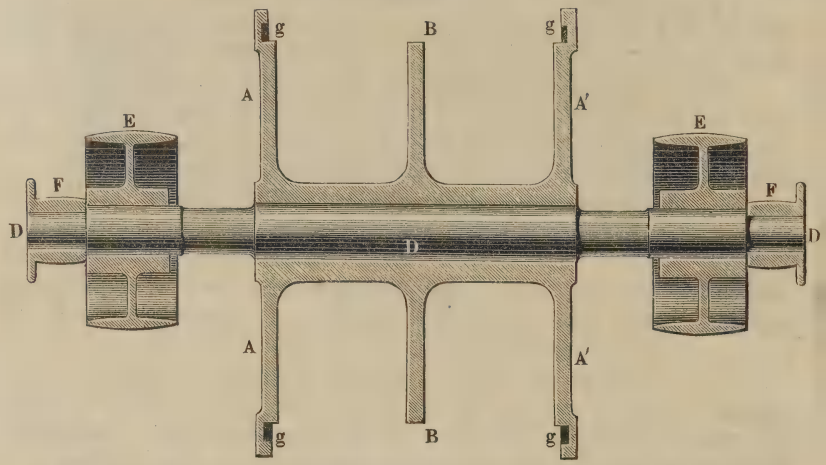
fläche aus Sägezähnen gebildet ist und die mit großer Geschwindigkeit um ihre Axe bewegt wird, während die Rüben gegen die Zähne angedrückt werden, welche sie in Brei umwandeln.

Das Gestell der Trommel besteht aus zwei Scheiben von Gußeisen, zu denen bei breiteren Reiben noch eine dritte in der Mitte hinzutritt. Durch die Axe geht die mit zwei Riemenscheiben versehene Welle hindurch. Die Bewegung erfolgt entweder gleichzeitig durch einen Riemen an jeder dieser Scheiben, oder man benutzt diese einzeln oder abwechselnd, um die Reibe nach Belieben umdrehen und in der einen oder anderen Richtung treiben zu können.

Fig. 10 stellt eine Trommel in ungefähr $^1/_{12}$ der natürlichen Größe dar.

Auf der schmiedeeisernen Welle DD ist die Trommel $A\,A'\,B$ aufgezogen, in deren äußeren Scheiben A und A' die Nuten $g\,g$ zur Aufnahme der schmäle-

Fig. 10.



ren Enden der Sägeblätter, Fig. 11, dienen. Die mittlere Scheibe B unterstützt die eingesetzten Blätter. EE sind die Riemenscheiben für den Betrieb der Reibe, FF kleinere Scheiben zum Auflegen der den Poussoirmechanismus treibenden Riemen.

Die Figuren 11 und 12 stellen zwei Sägeblätter in halber natürlicher Größe dar; die Form der Zähne ist nicht immer dieselbe, sondern zuweilen länglich und

Fig. 11.

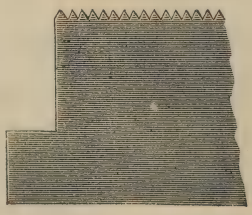


Fig. 12.

Fig. 13.

spitzer. Die schmäleren Vorsprünge dienen zum Einsetzen in die Nuten der Trommel. Dies geschieht abwechselnd mit Holzblättern, welche genau die Form der Sägeblätter ohne die Zähne haben. Man nennt das Einsetzen der Blätter das „Belegen" der Reibe. Fig. 13 in halber natürlicher Größe zeigt einen Theil des belegten Umfangs einer Reibe; die dabei angewandten Blätter sind die einerseits gezahnten, Fig. 11; sie finden bei solchen Trommeln Anwendung, welche, wie die Fig. 10 dargestellte, eine dritte Scheibe zur Unterstützung der mit der Mitte daraufliegenden Blätter haben, während die beiderseits gezahnten Sägeblätter, Fig. 12, keine solche Unterstützung gestatten. Endlich wendet man auch doppelte Trommeln an, bei welchen die mittlere Scheibe denselben Durchmesser wie die beiden äußeren und entsprechende Nuten hat; sie enthalten einen doppelten Beleg von beiderseits gezahnten Sägeblättern und gestatten die Zerreibung der größten Menge Rüben.

Bei dem Belegen der Trommel mit den abwechselnden Säge- und Holzblättern wendet man einfache Kunstgriffe an, um ein dichtes und festes Aneinanderpressen derselben zu erreichen; schließlich wird, um durch Anquellen die Festigkeit noch zu erhöhen, die belegte Trommel mit Wasser begossen.

Die Form der Sägezähne ist von großem Einfluß auf die Beschaffenheit des erzielten Breies: Spitze, lange Zähne schneiden leicht und tief ein, und liefern einen gröberen Brei, bedürfen aber weniger Kraft, als breitere und weniger vorspringende Zähne. Ebenso ist der Brei einer frisch mit scharf gezahnten Blättern belegten Reibe gröber, als der einer schon längere Zeit betriebenen stumpferen; in letzterem Falle erfordert die Reibe aber eine erheblich größere Betriebskraft.

Wenn die Arbeit nicht mehr zufriedenstellend ist, pflegt man die Trommel umzukehren, damit die andere Kante der Zähne zum Angriff kommt; ist auch diese stumpf geworden, so wird die Trommel aus dem Reibegestell genommen, der Belag entfernt und durch einen anderen ersetzt, die Blätter aber geschärft.

Hierzu dienen meistens einfache Fräsmaschinen. Obwohl die Arbeit mit denselben bei einiger Uebung sehr rasch von statten geht, so ist doch der Durchstoßmaschine entschieden der Vorzug zu geben.

Eine solche ist in Fig. 14 (a. f. S.) in einer durchaus bewährten und praktischen Konstruktion dargestellt.

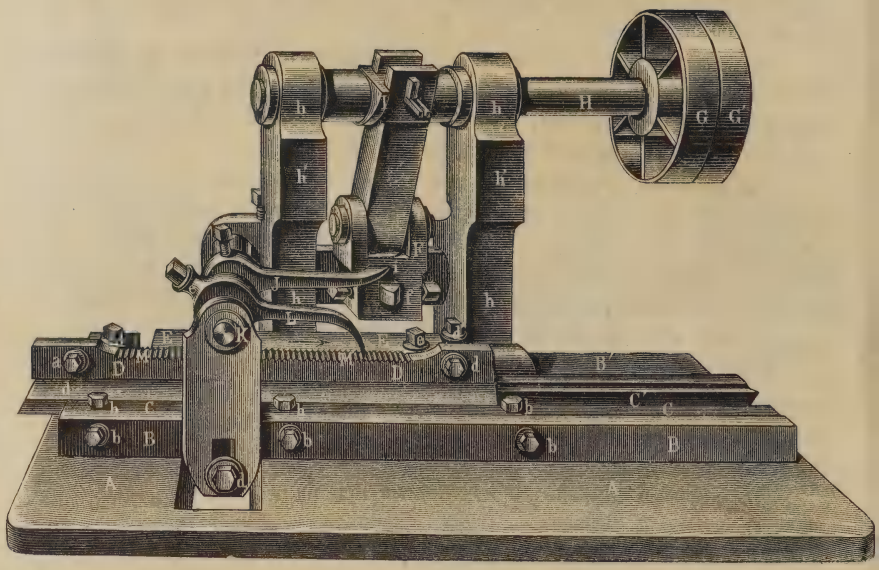
Auf dem Tische AA sind die an den beiden Widerlagern BB und $B'B'$ genau gearbeiteten Führungsschienen CC und C' befestigt. Stellschrauben b, b dienen zur Regulirung der Stellung. Zwischen diesen Schienen bewegt sich der Reibeblattträger D. Man sieht bei d die eine schiefe Fläche, mit welcher er an der Schiene CC seine Führung hat. Die Bewegung dieses Trägers geschieht in der nachher anzugebenden Weise. Auf seiner nach hinten ausspringenden horizontalen Fläche EE werden die zu schärfenden oder neu zu stanzenden Reibeblätter mittelst der Schrauben ee befestigt und an dem Durchstoß F mit dem Meißel f in der Richtung des Pfeiles vorübergeführt, während sich diese Stanze auf- und abbewegt und jedesmal ein entsprechendes Stück aus dem Blatt ausstößt und so die Zähne erneuert oder bildet.

Die Bewegung erfolgt von den zwei Riemscheiben GG' aus, welche mit

einer Ausrückvorrichtung versehen sind, um nach jedem beendeten Gange, d. h. nach Beendigung eines Blattes, die Maschine stillzustellen.

Die Welle *H*, welche in den Lagern und Trägern *h h'* liegt, trägt das Exzentrik *I*, welches mit geringem Hube den Durchstoß oder die Stanze *F* führt. An diesem Durchstoß ist bei *i* ein, in der Figur nicht sichtbarer Vorsprung angebracht, auf welchem das freie Ende des gekrümmten Hebels *J* aufliegt, der also den Bewegungen des Durchstoßes folgt und so der Nebenwelle *K* eine kurze hin- und hergehende Bewegung mittheilt. Hierdurch wird die an derselben Welle bei *e* angeschraubte Sperrklinke *L* mitbewegt und schiebt nun mittelst der Zahnstange *M M*, welche mit dem Reibeblattträger *D* verbunden ist, den Träger *E* und so-

Fig. 14.



mit das darauf befestigte Reibeblatt bei jedem Stoße der Stanze um einen Zahn vorwärts, wobei der Arbeiter eine Hand auf *J* und *L* legt, um, in Ermangelung einer Feder, die Fortbewegung von *M* zu sichern.

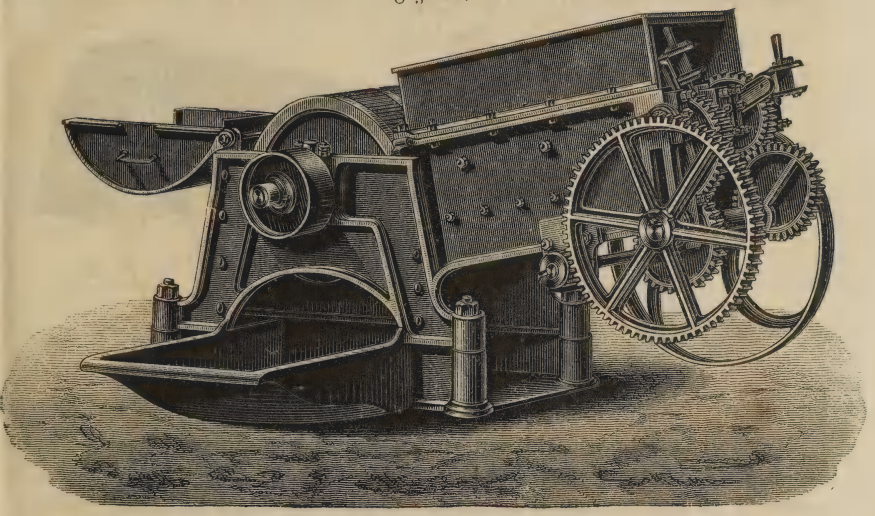
Die Zähne der Zahnstange müssen also mit denen der Reibeblätter gleiche Breite haben, *d*, *d*, *d* sind die zum genauen Einstellen nöthigen Schrauben.

Jedesmal, wenn der Träger mit dem Reibeblatte den erforderlichen Raum durchlaufen hat, wird der Riemen auf die Leerscheibe geschoben, das Reibeblatt durch ein anderes ersetzt, die Klinke *L* gehoben und der Reibeblattträger nach der Anfangsstellung zurückgeschoben, wozu an den Schraubenknopf *d'* ein Griff angelegt wird. Das Maschinchen kann mit irgend einem passenden Betriebe verbunden werden und arbeitet äußerst rasch, genau und ohne das Geräusch und die sonstigen bekannten Unannehmlichkeiten der Fräsen.

Gegen die Fläche der sich drehenden Reibetrommel werden die in einem Rumpfe liegenden Rüben durch mechanische Vorrichtungen (Poussoire) gedrückt.

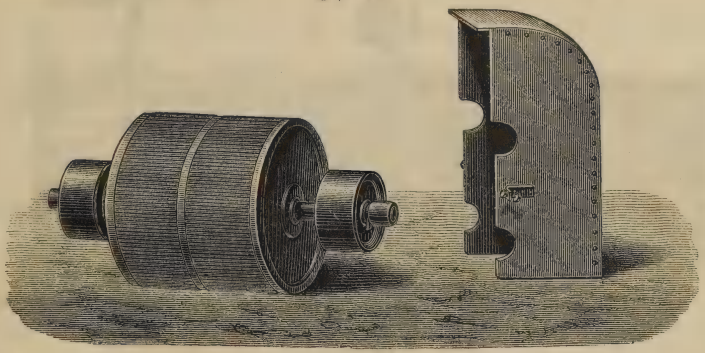
Die Figuren 15 und 16 stellen die allgemeine Ansicht einer Reibe dar, wie sie sehr vielfach gebaut wird. Die über der Trommel angebrachte Kappe ist

Fig. 15.



zurückgeschlagen, ebenso der Deckel entfernt, welcher den Mechanismus der Poussoire verdeckt. Eine zweite belegte Trommel, in diesem Falle eine solche, die in zwei unabhängige Hälften getheilt ist, und dieser Deckel sind in Fig. 16 abgebildet.

Fig. 16.

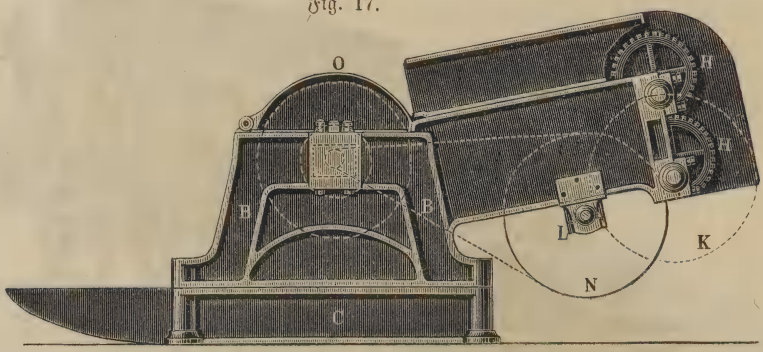


Die Figuren 17 und 18 (a. f. S.) stellen Aufriß und Plan einer eben solchen Reibe dar. Man wird nachfolgende, in diesen Zeichnungen angedeutete Theile in der Ansicht leicht wiederfinden.

Die Trommel A, A ruht auf dem Gestell B, welches mit dem Breitroge C zusammen auf der Grundplatte b befestigt ist. An beiden Enden der Trommel-

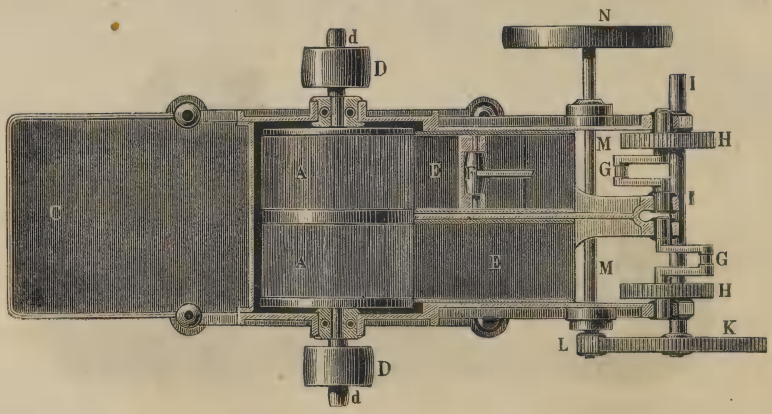
welle befinden sich die Riemenscheiben *D*, welche die Trommel von der unter dem Fußboden des Arbeitsraumes befindlichen Betriebswelle aus in Bewegung setzen; die kleinen Scheiben *d* dienen zur Uebertragung der Trommelbewegung auf den Mechanismus der Poussoire *F*. Diese gleiten in den beiden Füllrinnen *E*, *E* entsprechend den beiden Trommelhälften. Sie werden von an den Krummzapfen

Fig. 17.



G, *G* sitzenden Stangen getrieben, welche ihre Umdrehung durch die Welle *L* mittelst eines Systems elliptisch geformter Zahnräder *H*, *H* erhalten. Die Zahnradwelle *II* wird von der Riemenscheibe *N* aus, die mit *d* durch einen Riemen verbunden ist, unter Vermittelung des auf der Welle *M* sitzenden Getriebes *L* und des Zahnrades *K* in eine entsprechend langsame Bewegung versetzt. Hierbei

Fig. 18.

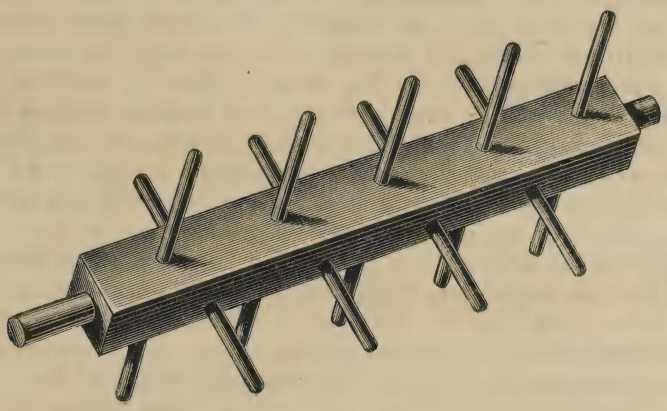


bewirkt die elliptische Gestalt der Räder *H H*, daß die Poussoire *F* nur allmälig gegen die Trommel vor- aber sehr rasch von derselben zurückbewegt werden, so daß die Dauer des Andrückens der Rüben an die Trommel eine erheblich längere als die des Zurückziehens ist, während dessen die betreffende Hälfte der Reibetrommel ohne Arbeit bleibt. Die Haube *O* bedeckt die Trommel und verhindert

das Verspritzen des Breies, welcher mit Heftigkeit in den Trog *C* geschleudert wird. In diesem bringt man zweckmäßig ein Rührwerk an, um den Rübenbrei mit Wasser oder dünnem Saft zu vermischen.

Eine sehr einfache, aber durchaus zweckentsprechende Einrichtung dieses Rührwerkes zeigt Fig. 19 in vergrößertem Maßstabe.

Fig. 19.



Die Bewegung desselben kann von dem Poussoirmechanismus oder auch unabhängig von der Reibe von einer anderen Welle aus erfolgen; ein wesentlicher Einfluß der Richtung der Umdrehung findet nicht statt; die Vermischung und selbst das Fortschieben des Breies mit der zugesetzten Flüssigkeit nach der Vorderseite des Troges geschieht gleich gut; wesentlich für gute Arbeit ist nur eine gewisse Flüssigkeit des Gemisches und das Eintauchen des Rührers in dasselbe bis über seine Achse.

Die Einstellung der Füllrinnen, worin die Rüben durch die Poussoire gegen die Trommel gedrückt werden, erheischt die größte Sorgfalt, wenn unzerriebene Stückchen möglichst vermieden werden sollen. Der Zwischenraum zwischen der Trommel und dem derselben zugekehrten Rande der Rinne muß möglichst gering und überall vollkommen gleichmäßig sein. Im entgegengesetzten Falle werden kleine Rübenstückchen und selbst größere Theile, namentlich von den äußeren Schichten der Rüben mit durchgerissen; aus diesen wird aber beim Pressen nicht allein kein Saft erhalten, sie verhindern auch noch das Auspressen der unmittelbar umliegenden Breitheile. Aus demselben Grunde sollen die Spitzen der Sägezähne eine vollkommen regelmäßige Fläche darstellen. Es sind, um das genaue Einstellen zu ermöglichen, an den betreffenden Stellen Schienen mit Stellschrauben angebracht. Von dem Umdrehen der Reibe und dem Schärfen der Zähne ist schon oben die Rede gewesen: die Zeitdauer, welche ein Belag dienen kann, ist sehr verschieden nach der Kraft der Maschine, der zu leistenden Arbeit und ganz besonders nach der Beschaffenheit der Rüben.

Sand, der den Rüben anhängt, stumpft die Zähne rasch ab, Steine beschädi-

gen die Reibe in kürzester Zeit so, daß sie unbrauchbar wird; daher ist große Aufmerksamkeit darauf zu legen, sie fern zu halten.

Der Zweck des Wasserzulaufes auf die Reibe ist Verdünnung des Breies oder vielmehr des im Brei enthaltenen Saftes. Der Erfolg ist leichteres Auspressen des dünnflüssigeren Saftes, daher vermehrte Saftgewinnung; außerdem ist der in den Rückständen verbleibende Saft ebenfalls verdünnt, mithin von geringerem Zuckergehalt. Indessen vermischt sich das Wasser nur dann gleichmäßig mit dem Rübenbrei, wenn eine mechanische Vorrichtung hierzu vorhanden ist (Rührwerk); im anderen Falle bildet sich ein sehr ungleiches Gemenge von dünnem Saft und unverdünntem Brei. Soll daher die Wirkung, namentlich bei vermehrtem Wasserzusatz, eine entsprechende sein, so ist sorgfältige Mischung unbedingt erforderlich; ein großer Theil des Wassers bleibt sonst ohne weiteren Erfolg, als daß er die Verdampfungskosten erhöht. Indessen wird auch unter dieser Voraussetzung die gewünschte Verdünnung nie durchweg erreicht. Wie nämlich die Pressen nur den Saft der zerrissenen Zellen abscheiden können, so kann auch das Wasser direkt nur den freien Saft verdünnen; soll aber, und dies ist beim Wasserzusatz für einen wirklich guten Erfolg Bedingung, auch eine Einwirkung auf den noch in den Zellen befindlichen Saft geübt werden, so kann dies nur im Austausch der Flüssigkeiten durch die Zellwand geschehen. Hierzu aber ist eine gewisse Zeit erforderlich, woraus folgt, daß die Verarbeitung des mit dem Wasser vermischten Breies zweckmäßig nicht unmittelbar nach bewirktem Zusatz geschehen soll.

Früher wandte man nur 10 Proz. Wasser vom Rübengewicht an; jetzt ist man ziemlich allgemein auf 30 bis 40, bei doppeltem Preßverfahren aber auf 50 bis 60, in einzelnen Fällen auch noch höher gegangen; es dürfte unter den angeführten Umständen jedoch kaum praktisch nutzenbringend sein, letzteres zu thun, wenn nicht ganz besondere Verhältnisse den Erfolg sichernd hinzutreten. Soll der Zusatz genau bestimmt und regelmäßig eingehalten werden, so muß man sich ausgemessener Wasserbehälter bedienen, deren Inhalt während des Zerreibens einer verhältnißmäßigen Rübenmenge zu verbrauchen ist. Man wird dann bemerken, daß die beobachtete Verdünnung des aus dem Brei zu erhaltenden Saftes dem natürlichen Rübensafte gegenüber niemals genau mit der aus dem Wasserzusatze berechneten übereinstimmt, weil kein einfaches Mischen stattfindet. Die Menge Wasser, welche in den Saft wirklich übergegangen ist, läßt sich aus der Beobachtung der Dichtigkeit des Breisaftes im Vergleich zu demjenigen ohne Wasser geriebener Rüben berechnen, die Berechnung ist genau, wenn die Proben richtig genommen worden und hinreichend zahlreich waren.

Durch die Reibearbeit wird eine beträchtliche Menge Luft dem Brei einverleibt; die Veranlassung dazu ist leicht verständlich, die Folgen treten beim Auspressen deutlich hervor.

Bei sehr bedeutender Menge Wasser ist auch der Einfluß wohl zu beachten, welchen die im Wasser mit zugeführten Salze auf den Saft ausüben können.

Anstatt reinen Wassers wird bei dem doppelten Preßverfahren verdünnter Saft auf die Reibe gelassen (s. unten); in anderen Fällen sind Zusätze, z. B. Ammoniak, verdünnte Kalkmilch oder Kalkwasser u. s. w., versucht worden, von denen jedoch keiner empfohlen werden kann.

Endlich möge noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß sorgfältige und regelmäßige Reinigung der Reibe, der Trommel wie der Breischale mit kaltem Wasser, welchem Kalkmilch zugesetzt worden, unbedingt zu empfehlen ist.

2. Hydraulische Pressen. Die Wirksamkeit der hydraulischen Pressen beruht auf der Eigenschaft tropfbar flüssiger Körper, jeden Druck, welcher auf einen Theil ihrer Oberfläche ausgeübt wurde, nach allen Seiten gleichmäßig fortzupflanzen. Wenn demnach irgend ein mit Wasser gefülltes Gefäß nach mehren Seiten durch gleich große, in entsprechende Rohransätze genau dicht schließende Kolben abgesperrt, außerdem aber vollkommen dicht ist, und einer der Kolben mit irgend einer Kraft nach innen gedrückt wird, so pflanzt sich dieser Druck auf die übrigen Kolben fort und man muß, um dem Druck auf den einen Kolben das Gleichgewicht zu halten und zu verhindern, daß die anderen herausgedrückt werden, auf jeden derselben einen nach innen gerichteten Gegendruck anbringen, welcher vollkommen dem auf den ersten Kolben wirkenden Druck gleich ist. Gleichgewicht besteht nur dann, wenn alle Kolben durch ganz gleiche Kräfte nach innen gedrückt werden. Gleiches gilt von jedem Theile der Wand des geschlossenen Wassergefäßes: jeder derselben, welcher mit dem den Druck empfangenden Kolben gleiche Oberfläche hat, hat den gleichen Druck auszuhalten.

Denkt man sich nun Fig. 20 ein solches geschlossenes, mit Wasser gefülltes Gefäß, welches in den beiden Rohransätzen dicht schließende Kolben von verschiedenem Querschnitt hat, so muß nach dem Gesagten der auf den kleineren Kolben P ausgeübte Druck sich so durch das Wasser fortpflanzen, daß jeder Oberflächentheil des größeren C, welcher gleich der Fläche P ist, denselben Druck auszuhalten hat. Es sei z. B. C 10 mal so groß wie A, so muß, um dem Druck auf A bei C das Gleichgewicht zu halten, auf C der zehnfache Druck ausgeübt werden, oder, wenn dies nicht geschieht, drückt der Kolben C mit zehnmal der Kraft, welche auf A wirkt, nach außen, weil jedes Flächenstück von C, welches der Oberfläche von A gleich ist, einen eben so großen Druck empfängt, wie A selbst.

Fig. 20.

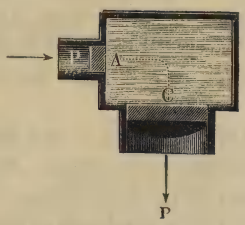
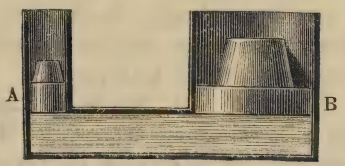


Fig. 21.



Der Druck pflanzt sich nun aber auch in jedem irgendwie geformten Gefäße in derselben Weise nach allen Richtungen fort. Fig. 21 stellt z. B. den Durchschnitt zweier unten verbundener Röhren von ungleichem Querschnitt dar. Der die Röhren verbindende Raum sei mit Wasser gefüllt und auf dieses die genau passenden Kolben A und B aufgesetzt. Wenn nun auf A, dessen Querschnitt $^1/_{10}$ von B betragen möge, ein Gewicht von z. B. 100 Pfd. drückt, so wird sich dieser Druck nach allen Richtungen, mithin auch auf B, so fortpflanzen, daß jedes

Flächenstück von B, welches gleich A ist, einen Druck von 100 Pfd. empfängt, so daß also der Kolben B mit einer Kraft nach oben gedrückt wird, welche gleich dem Gewichte von 100 Pfd. ist.

Bei der hidraulischen Presse wird in ähnlicher Weise ein gewisser Druck mittelst eines schmalen Kolbens auf eine enge Wassersäule ausgeübt, der sich auf eine andere von erheblich größerem Durchmesser und einen von derselben getragenen großen Kolben fortpflanzt und von diesem auf den auszupressenden Rübenbrei übertragen wird. Es verhält sich dabei, nach Maßgabe des oben Gesagten, bei eingetretenem Gleichgewichte, der Druck auf beiden Zilindern wie das Quadrat ihrer Durchmesser. Wenn z. B. der große Zilinder (oder der in demselben befindliche Kolben) einen Durchmesser von 10, der kleine einen solchen von 1 Ztmr. hat, so betragen ihre Oberflächen je 78,5 und 0,785 Quadratzentimeter, d. h. letzterer ist $^1/_{100}$ von ersterem. Mit 100 Klgr., welche man auf den kleineren bringt, kann man also 100 . 100 oder 10 000 Klgr. auf dem größeren im Gleichgewicht halten, oder bei Wegfall dieser Last mit diesem Kolben einen entsprechenden, d. h. einen Druck ausüben, der sich zum ersteren wie 10^2 zu 1^2 verhält. Bringt man also in einer gewissen Höhe über dem großen Zilinder einen festen Widerstand an, so wird ein Körper, welchen man zwischen die Oberfläche des großen Kolbens und dieses Hinderniß bringt, mit einer Kraft zusammengedrückt werden, welche in dem erwähnten Verhältniß zu dem auf den kleinen ausgeübten Druck steht, während der große Kolben unter dem Einfluß dieses Druckes sich dem festen Widerlager nähert. Der Kopf des großen Kolbens oder Stempels einer- und des festen Widerlagers andererseits bilden den einen Theil der hidraulischen Presse, die eigentliche Presse, der kleinere Zilinder mit seinem Kolben oder Stempel und der Einrichtung zum Ausüben eines Druckes auf diesen, den anderen, das Pumpwerk.

Man sieht also, daß die Wirkung des großen Stempels oder die von demselben ausgeübte Kraft auf dreierlei Art vermehrt werden kann: entweder durch Vermehrung des Druckes auf den kleinen Stempel, oder durch Vergrößerung des Querschnittes des großen, oder endlich durch Verminderung desjenigen des kleinen Stempels. Erhöht man z. B. den Druck auf den kleinen Stempel von 10 auf 500 Klgr., so wird die vom großen ausgeübte Kraft auf 50 000 Klgr. steigen; vermehrt man den Durchmesser des großen Stempels von 10 auf 13 Ztmr., so wird das Verhältniß der Drucke auf $1 : 13^2$ oder $1 : 169$ steigen, und wenn man gleichzeitig den Durchmesser des kleinen Zilinders auf 0,5 Ztmr. verminderte, würde das Verhältniß gleich $0{,}5^2 : 13^2$ oder $1 : 676$ werden.

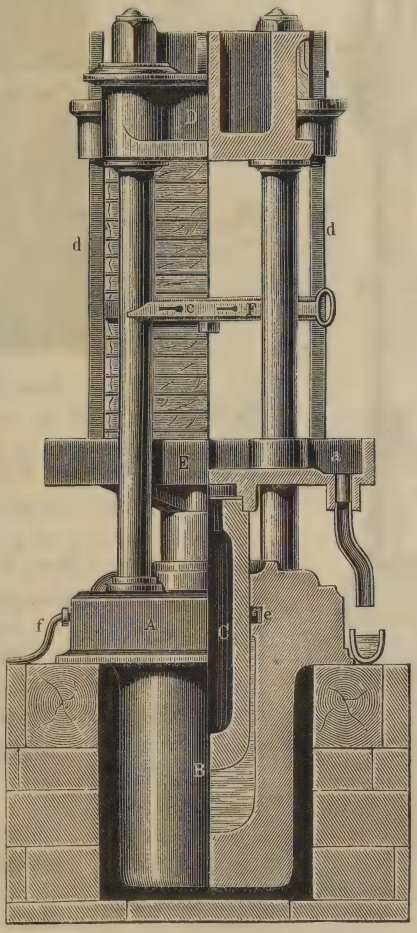
Zum Behufe der Rübenbreiauspressung werden die beiden erwähnten Theile der Presse in mehrfach abweichender Weise hergestellt, doch bleiben die Haupttheile stets dieselben, wenn auch Gestalt und Verhältnisse im Einzelnen wechseln.

In Fig. 22 und Fig. 23 (a. S. 48) ist eine Konstruktion des einen Haupttheils der eigentlichen Presse, in zwei Ansichten, mit theilweisem Durchschnitt dargestellt.

Mit der starken gußeisernen Grundplatte A ist der Preßzilinder B mit dem Kolben oder Stempel C verbunden, oder ist in dieselbe eingehängt. Ueber der

Grundplatte erhebt sich auf vier starken schmiedeeisernen Säulen die Widerlage oder der Kopf *D*. Der Stempel trägt die Preßplatte *E*, auf welcher der in wollene Tücher zu sogenannten „Kuchen“ eingepackte Brei aufgeschichtet wird; die Platte ist von einem Rande umgeben, längs dessen sich die Saftrinne *a* hinzieht, aus welcher der ausgepreßte Saft durch einen Rohransatz in die an den Pressen vorüberführende Saftrinne ausfließt. Um das gerade Aufschichten der Preßkuchen in dem etwa 1,3 Meter betragenden Zwischenraum zwischen Platte und Kopf zu erleichtern, wird dieser Raum (nicht immer) durch die Zwischenplatte *F* in zwei Theile getheilt. Diese Platte ruht auf Zapfen, die an der Schiene *c* befestigt und hier verschiebbar sind, so daß man die Platte nach Anfüllung des unteren Raumes heruntergleiten lassen kann. Beim Aufsteigen der Preßplatte während des Pressens schieben sich dann die Zapfen an die Schienen zurück, bis die Zwischenplatte wieder darüber steht, worauf die Zapfen durch eine Feder vorspringen, so daß die Platte beim Zurückgehen der Presse wieder auf dem Zapfen liegen bleibt.

Fig. 22.



d sind Leitstangen, deren zwei an jeder längeren Seite der Presse zu dem Zwecke vorhanden sind, um das Ausweichen des Preßkuchenstoßes zu verhindern; es sind Ketten an denselben befestigt, welche über Rollen laufen, die oberhalb der Presse befestigt sind und Gegengewichte tragen, damit die Stäbe leicht emporgehoben werden können, wenn die Preßkuchen ein- oder ausgesetzt werden sollen.

Der Preßkolben *C* besteht aus Gußeisen und ist meist mit Kupfer überzogen; er erhält seine Führung im oberen Theile des Zilinders und ist hier durch einen Lederring, die sogenannte Manschette, gedichtet. Bei dem hohen Drucke, welchen diese Dichtung auszuhalten hat, muß die Wirksamkeit derselben eine sehr sichere sein; dies wird durch die Gestalt der Manschette erreicht, welche zur Folge

hat, daß der vom Wasser ausgeübte Druck die Dichtung selbst mit entsprechender Kraft gegen den Kolben andrückt.

In Fig. 24 ist der obere Theil des Preßzilinders im vergrößerten Maßstabe (in $^1/_8$ der natürlichen Größe) dargestellt. Man sieht, wie die Ledermanschette *a'* in einer Nute *a* des Zilinders mit dem Wasserdruck zugekehrter Krümmung

Fig. 23.

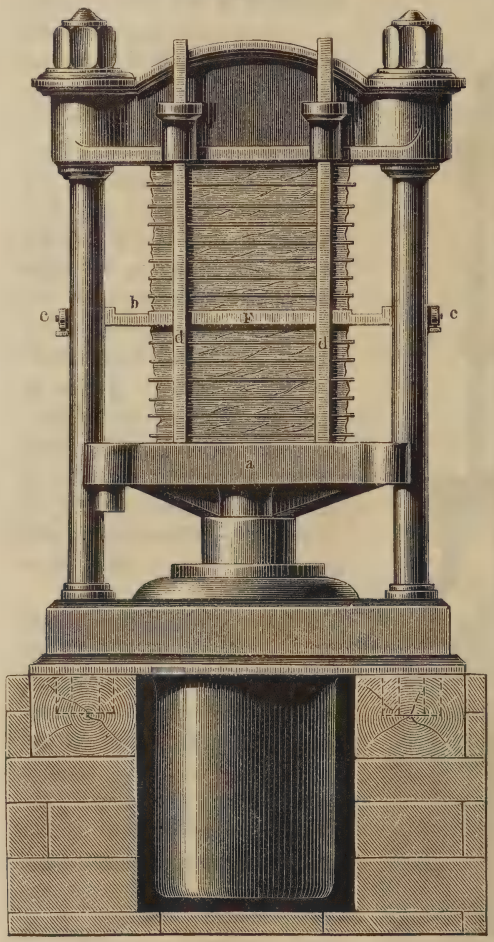
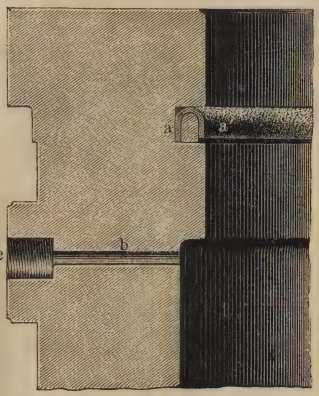


Fig. 24.

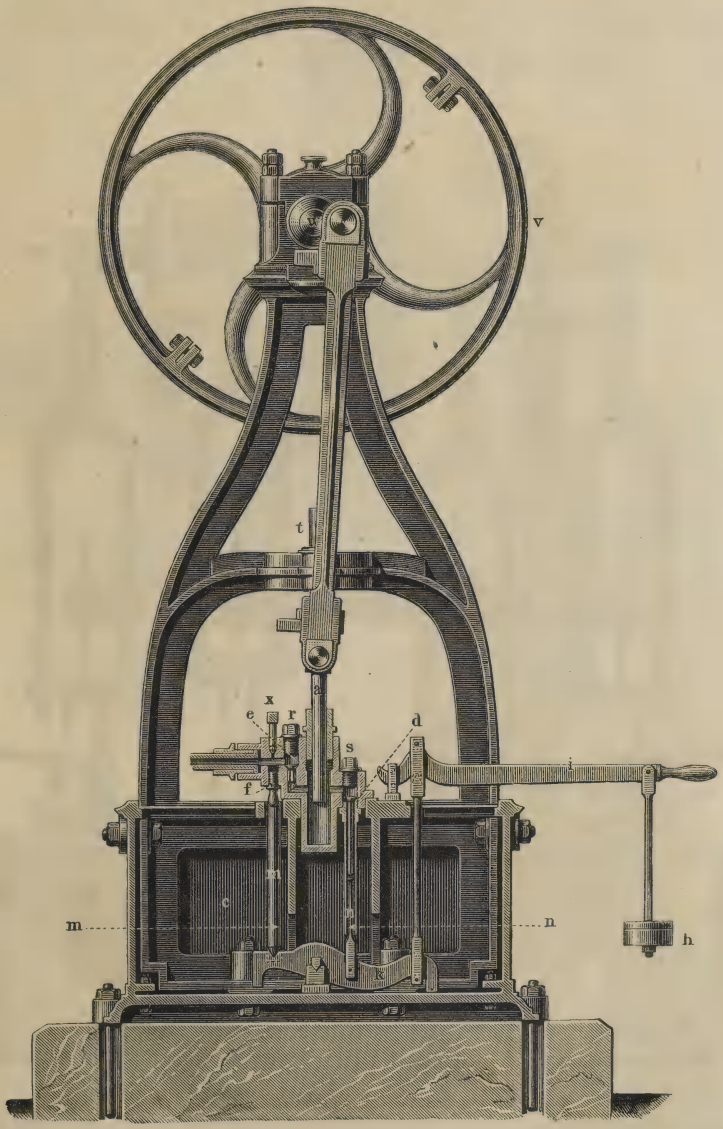


liegt, wodurch der Schenkel *a'* vollkommen dicht an den Kolben angedrückt wird. *b* ist die Oeffnung für den Wassereintritt in den Zilinder; sie ist bei *c* erweitert und zum Festschrauben der Leitung für das Wasser vom Pumpwerke her eingerichtet. In der Fig. 22 sieht man dieses Rohr, das Preßrohr, bei *f*. Dasselbe dient auch für den Rückfluß des Wassers bei niedergehendem Stempel, nach beendigtem Druck.

Das Pumpwerk, welches den zweiten Haupttheil der hidraulischen Presse bildet, wird von den verschiedenen Fabrikanten in etwas abweichender Weise konstruirt; indessen sind die wesentlichen Theile, wenn auch in ihrer Einrichtung etwas verschieden, so doch in der Wirksamkeit dieselben; es wird daher genügen, eine Konstruktion hier abzubilden und zu beschreiben. Die Figuren 25 und 26 stellen dieselbe in der Weise dar, wie sie nach langjährigen Erfahrungen von sehr vielen Fabriken ausgeführt wird. Es sind hier in einem Pumpkasten die Pumpen für vier Pressen und zwar für jede

zwei Pumpenkolben zusammengestellt, welche sämmtlich von einer gemeinsamen Welle mittelst der Riemenscheibe *V* ihre auf- und niedergehende Bewegung erhal-

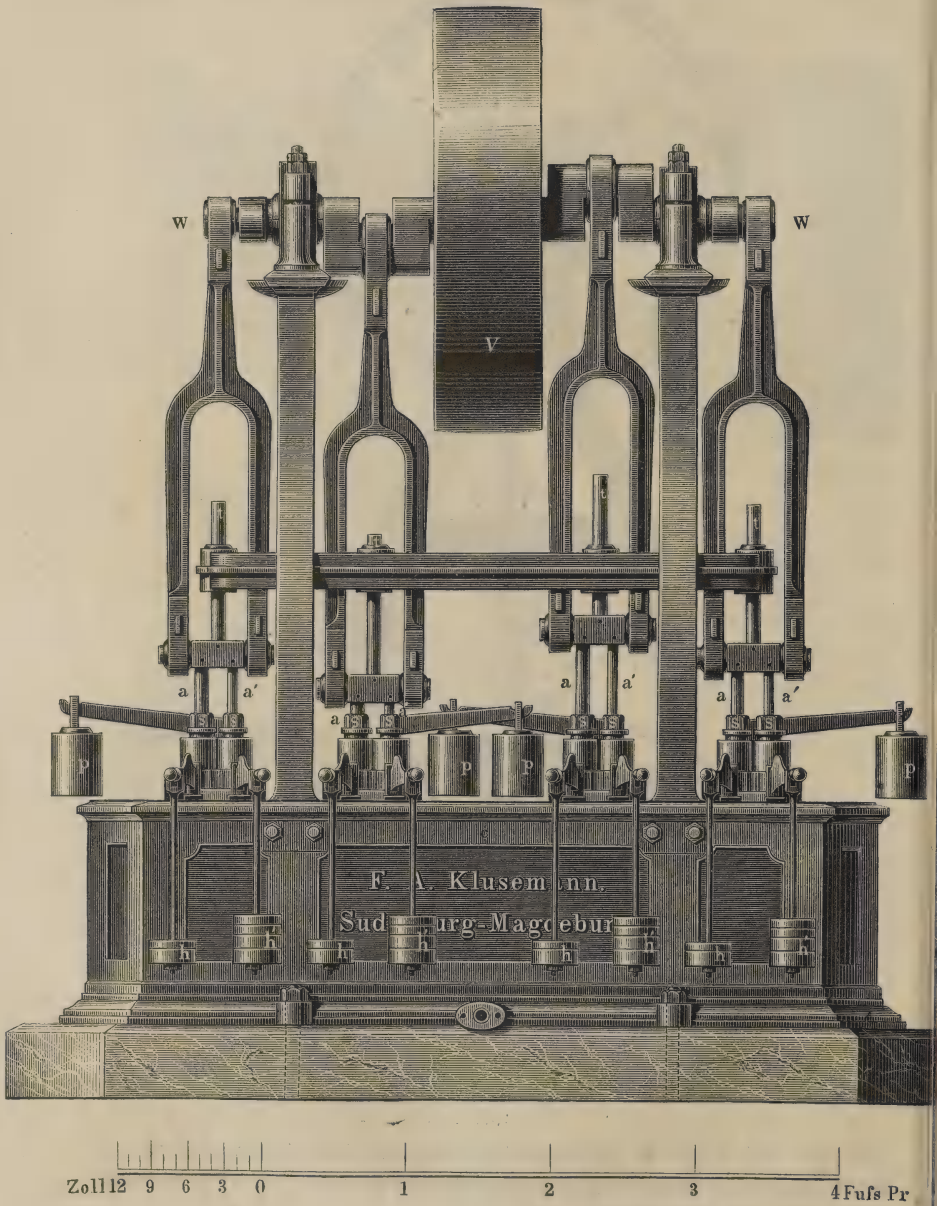
Fig. 25.



ten; diese wird durch die Leitstangen *t* mit entsprechender Führung senkrecht erhalten. Wir werden später den Zweck dieser doppelten Pumpen sehen; es sind einfache

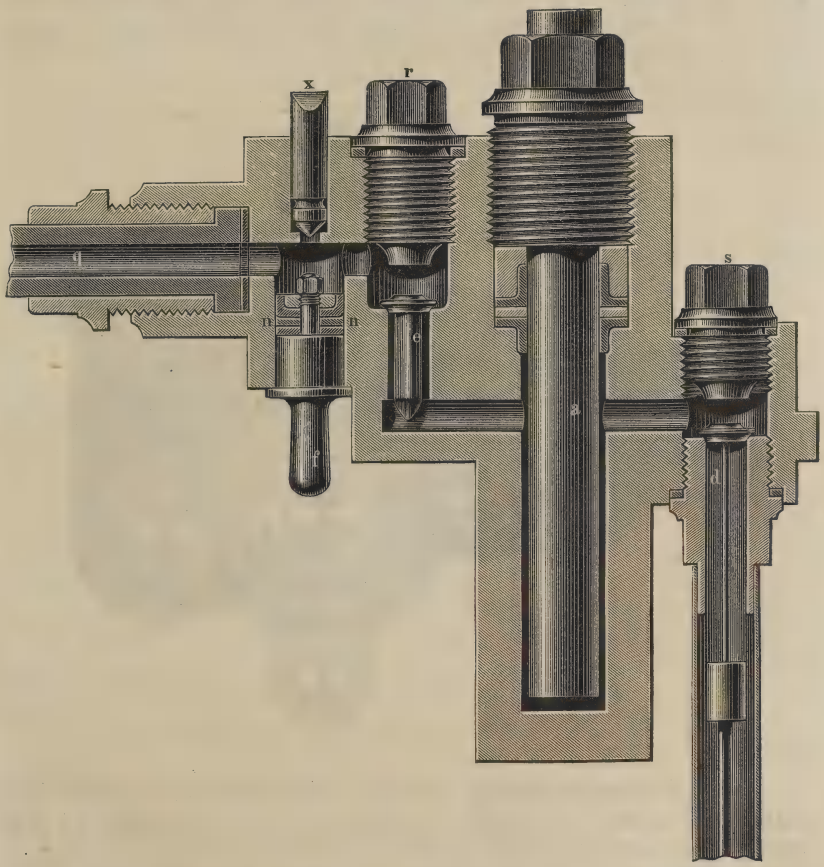
Saug- und Druckpumpen mit massiven Kolben, deren Haupttheile außer in Fig. 25 auch noch in den beiden Figuren 27 und 28 in einem Viertel der natürlichen Größe dargestellt sind, in welchen gleiche Buchstaben gleiche Theile wie in Fig. 25 bedeuten.

Fig. 26.



d ist das Saugventil, *e* das Druckventil, beide vermittelst der Schrauben *s* und *r* behufs häufiger und sorgfältiger Reinigung leicht zugänglich. *x* ist das durch den Hebel gedrückte Sicherheitsventil und links von demselben bei *q* geht das Preßrohr oder die Leitung zur Presse ab. Wenn der durch das Pumpwerk hervorgebrachte Druck ein gewisses Maximum erreicht hat, so muß die Pumpe — abgesehen von dem nur in Ausnahmefällen zum Nachgeben bestimmten

Fig. 27.

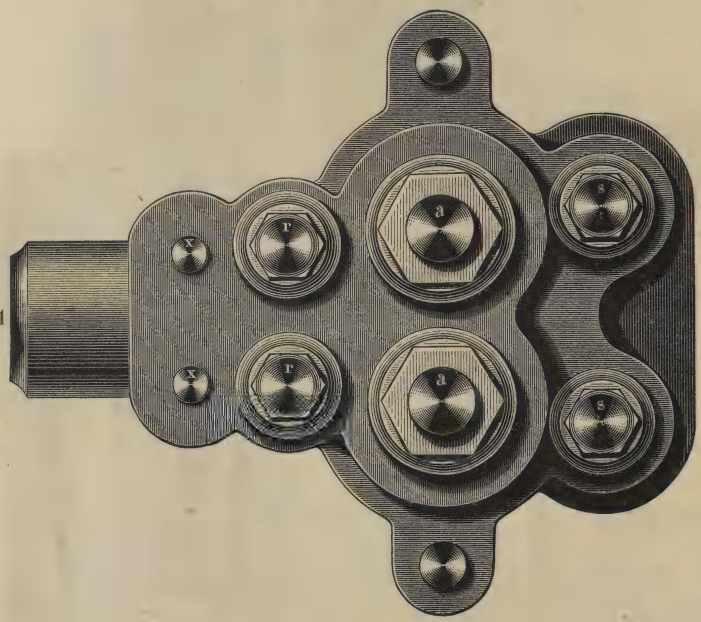


Sicherheitsventil — sich selbst außer Wirksamkeit setzen („ausschützen"). Dies geschieht in folgender Weise: sobald das Maximum erreicht ist, d. h. sobald der Druck in der Presse den durch das Gewicht *h* auf den Pfropfen *f* mittelst der Hebel *i* und *k* ausgeübten Gegendruck überschreitet (s. Fig. 25), wird der durch die Ledermanschette *n* gedichtete Pfropfen *f* und dessen Verlängerung *m* nach unten bewegt und drückt auf den kürzeren Arm *k*, so daß der längere Arm dieses Hebels in die Höhe geht und die an diesem Arm befestigte Stange *n* und dadurch das

Saugventil *d* hebt. Dieses kann sich also nicht schließen und es muß, so lange der Druck in gleicher Höhe dauert, das gehobene Wasser wieder zurück in den Pumpkasten fließen; die Pumpe kann also, bis der Druck wieder geringer wird und das Saugventil wieder zurückgehen kann, keinen Druck auf die Presse fortpflanzen. Der betreffende Punkt, wo dieses Ausschützen stattfindet, wird durch die Last des Gewichtes *h* regulirt.

Die an den Hebeln *i* hängenden Gewichte *h* gehören zu den dickeren Stempeln *a*, die Gewichte *h'* zu den dünneren *a'*. Letztere haben nach dem oben Gesagten eine stärkere Druckwirkung und schützen daher erst bei dem durch die größeren Gewichte bewirkten höheren Drucke aus.

Fig. 28.



Beim Anfange der Pressung läßt man beide Stempel, die im Uebrigen genau denselben eben beschriebenen Mechanismus besitzen, wirken, um bei dem anfangs leicht den Saft abgebenden Stoße von Preßkuchen ein rasches Steigen hervorzubringen; sobald der Widerstand in der Presse aber stärker wird, ist ein langsameres Steigen erforderlich; um diese Zeit muß das Gewicht *h* den größeren Stempel außer Wirksamkeit setzen und der kleinere *a'* allein bleibt noch in Thätigkeit. Seine Wirksamkeit dauert so lange, bis der durch das Gewicht *h'* mit dem Hebelwerke bestimmte Druck erreicht ist, worauf nun *a'* ebenso wie *a* zu wirken aufhört. Dann steht der Preßkuchenstoß bei offen bleibendem Saugventil so lange unter dem erreichten Maximaldruck fest, bis durch Ablauf von Saft der Widerstand in der Masse geringer wird; in Folge dessen tritt die Pumpe *h'* wieder in

Thätigkeit und dieses abwechselnde Stillstehen und Steigen des Preßstempels wiederholt sich mehre Male, bis man die Presse „abstellt", d. h. den Kolben mit dem Preßtisch von der Wirkung der Pumpe trennt und in die unterste Stellung zurückgehen läßt.

Dies geschieht durch Stellung der Ventile des in die Preßleitung unmittelbar an der Presse eingeschalteten Abstellstückes und zwar je nach der speziellen Aufstellung in verschiedener Weise. Ist z. B. für jede Presse ein besonderes Pumpwerk vorhanden, so wird nur dasjenige Ventil geöffnet, welches den Preßzilinder durch die Wasser-Rückleitung frei mit dem Pumpkasten in Verbindung setzt; dann wird das Wasser, welches ununterbrochen durch die Pumpe geliefert wird, durch diese Rückleitung frei in den Pumpkasten zurückbefördert und gleichzeitig geht der Kolben durch seine eigene und die auf ihm ruhende Last abwärts und verdrängt durch dieselbe nunmehr geöffnete Rückleitung das eingepumpte Wasser aus dem Zilinder.

Man kann auch gleichzeitig die das Druckwasser zuführende Preßleitung schließen. Während die Presse so zurückgeht und das Wasser durch die Rückleitung daraus abfließt, arbeitet die Pumpe fort, jedoch mit ausgeschütztem Saugventil, ohne also irgend eine Wirkung auszuüben. Will man diese Arbeit benutzen, so kann man das Pumpwerk auf eine andere Presse wirken lassen; dann sind, wie dies häufig der Fall, je zwei Pressen nur mit einem Pumpwerk versehen, und während die eine in Thätigkeit ist, geht die andere zurück, wird frisch beschickt und so abwechselnd weiter. In allen diesen Fällen erfolgt natürlich das Aufsteigen der Presse ruckweise, da die Preßstempel nur die halbe Zeit, beim Niedergehen nämlich, thätig sein können. Man kann auch zwei Stempel auf eine Presse, und zwar mit abwechselndem Hube, wirken lassen; dann erfolgt das Aufsteigen des Preßtisches stetig und ist in der Hälfte der Zeit beendet. Diese oft empfohlene Einrichtung wird aber nur selten beibehalten, weil der Saft eine gewisse Zeit zum Austritt braucht und daher die Tücher durch ununterbrochene Pressung sehr leiden. Dagegen findet man häufig Pumpwerke mit drei Preßstempeln; es wird dadurch zu Anfang ein noch rascheres Aufsteigen der Presse erzielt und so die Pressung rascher vollendet. Abweichend hiervon erreicht man denselben Zweck durch die Vorpressen, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Besondere Achtsamkeit ist darauf zu verwenden, daß alle Dichtungen ihren Zweck vollkommen erfüllen und daß die Pfropfen f und die Sicherheitsventile x immer leicht beweglich sind, um zur rechten Zeit ihre Stellung zu verändern. Die Ventile müssen von Zeit zu Zeit mit der größten Sorgfalt eingeschliffen, die Beweglichkeit dieser Theile öfter geprüft werden. Wenn f seinen Dienst versagt, so steigt der Druck in der Presse, bis er die höhere, durch die Belastung P des Sicherheitsventils gegebene Grenze erreicht, worauf dieses sich öffnet und eine weitere Steigerung des Druckes unmöglich wird. Wenn aber dann das Sicherheitsventil ebenfalls versagt, was wohl vorkommen kann, falls es nicht zuweilen gelüftet und daher wirksam erhalten wird, so wird bei weiterem Steigen des Druckes irgend ein Theil der Presse, meistens der Zilinder, gesprengt.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß auch bei der hidraulischen Presse, ebenso wie bei jeder anderen Maschine, durch eine geringe Kraft eine größere nicht

erzeugt werden kann, sondern daß im Verhältniß an Zeit verloren wird, was man an Kraft gewinnt. Der kleine Stempel drückt nur eine kleine Menge Wasser in den großen Zilinder ein und bewirkt in demselben ein in dem gleichen Verhältniß verlangsamtes Steigen, in welchem der Druck erhöht erscheint. Je größer das Verhältniß zwischen beiden Zilindern, desto höher der Druck, aber desto geringer der durchlaufene Raum, d. h. desto langsamer der Gang der Presse.

Die mittelst der hidraulischen Presse ausgeübte Kraft wird in Atmosphären oder in Gewicht ausgedrückt. Da aber der Druck auf den kleinen Stempel durch die Maschine vermittelt wird und nicht bekannt ist, so muß die Rechnung, wenn eine solche stattfinden soll, sich auf das Gewicht gründen, welches auf die Sicherheitsventile drückt und mit Berücksichtigung der Querschnitte und der Hebellängen ausgeführt werden. Man habe z. B. hieraus einen Druck von 250 Atmosphären oder rund 250 Kilo auf das Qradratzentimeter abgeleitet, so heißt das soviel, als daß jedes Quadratzentimeter des Querschnittes des großen Kolbens diesen Druck in dem Augenblicke erleidet oder ausübt, wo das Ventil gehoben wird. Wenn der Durchmesser dieses Kolbens nun 0,33 Meter beträgt, so ist der Querschnitt 855 Quadratzentimeter und der ausgeübte Druck 250 . 855 oder 213 750 Kilo, welchen also die Gesammtmenge der Kuchen in der Presse erleidet. Wenn die Kuchen genau denselben Querschnitt hätten, wie der Kolben, so würde auch der Druck auf das Quadratzentimeter des Querschnittes des Kuchenstoßes 250 Atmosphären betragen; da aber stets die Kuchen eine größere Oberfläche bedecken (die kleiner ist als der Preßtisch), so wird der Druck, welchem die Flächeneinheit der Kuchen unterliegt, in demselben Verhältniß geringer; betrüge z. B. die Länge und Breite der Kuchen, wenn sich die Pressung dem Ende nähert, 45 Ztmr., so wäre ihre Oberfläche 2025 Quadratzentimeter und der Druck auf ein Quadratzentimeter $\frac{213\,750}{2025}$ oder 105,5 Klgr. Je größer also die Preßfläche wird, desto kleiner wird der auf die Flächeneinheit ausgeübte Druck; daher müssen die größeren Pressen auch größere Kolben haben, um denselben Druck, aber dann langsamer, ausüben zu können.

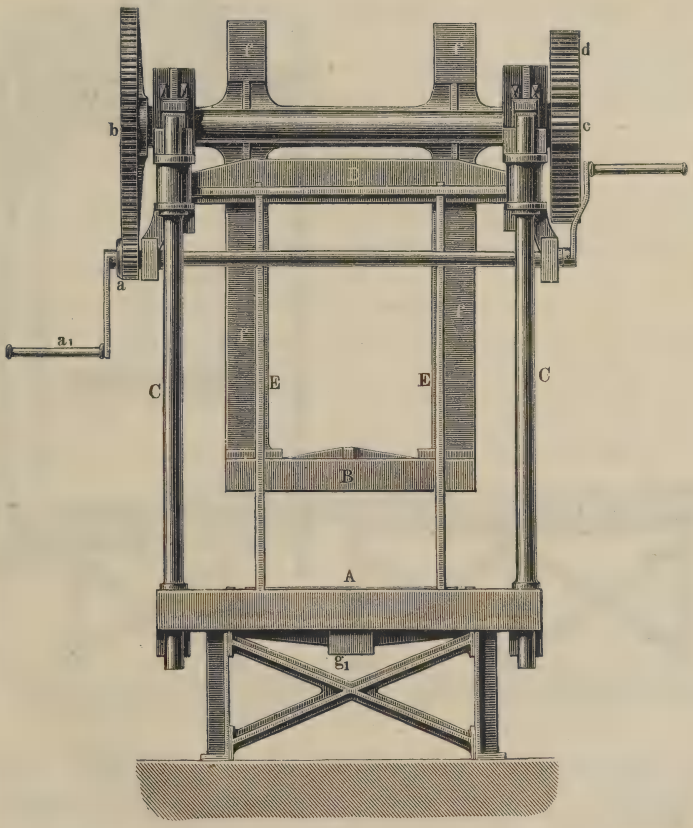
Vielfach werden Vorpressen gebraucht; wenn man nämlich mit Hülfe rasch, obwohl mit geringer Kraft arbeitender Pressen — die mittelst Schrauben, Zahnrädern, Dampfzilindern oder dergl. und mit Hand- oder Maschinenkraft bewegt werden — einen großen Theil des leicht gewinnbaren Saftes auspreßt, kann man die mächtigeren hidraulischen Pressen nur für die letzte Pressung und somit viel länger wirken lassen. Man bedarf also für die gleiche Arbeit einer geringeren Zahl der letzteren oder man erzielt mit der gleichen Anzahl eine vollkommenere, weil länger andauernde Auspressung; außerdem befördert das Umsetzen der vorgepreßten Kuchen aus den Vor- in die hidraulischen Pressen deren gleichmäßiges Aufschichten und trägt somit ebenfalls zur besseren Arbeit bei. Das Auspressen in den Vorpressen geschieht entweder durch die Preßarbeiter selbst, welche das Aus- und Einsetzen der Kuchen besorgen, oder mittelst Dampfkraft, indem ein Riemen von der losen auf die feste Scheibe geschoben wird und die mechanische aus Zahnstangen und Vorgelege bestehende Druckvorrichtung in Gang setzt. Hidraulische Vorpressen mit selbst auslösendem Pumpwerk und rasch gehend, benutzt

man nur noch selten. Die Vorpressen sind auf der Verlängerung der Packtische in verschiedener Weise aufgestellt, und bedienen zwei oder drei hidraulische Pressen. Eine Verbindung durch Eisenbahn ist S. 58 beschrieben. Wenn durch Anwendung der Vorpressen nicht die Sorgfalt bei der Arbeit erhöht und Saftverlust vermieden wird, so ist es vorzuziehen, von denselben ganz abzusehen.

Eine praktisch bewährte und vielfach angewandte, mit Handbetrieb arbeitende Vorpresse ist in den Figuren 29 und 30 in zwei Schnitten dargestellt.

Aus Fig. 29 ist die Einrichtung am deutlichsten zu ersehen: der Stoß, Kuchen und Bleche wird zwischen den Preßtisch *A* und der Druckplatte *B* zusammengepreßt. Letztere wird von dem Getriebe getragen und bewegt, welches auf

Fig. 29.



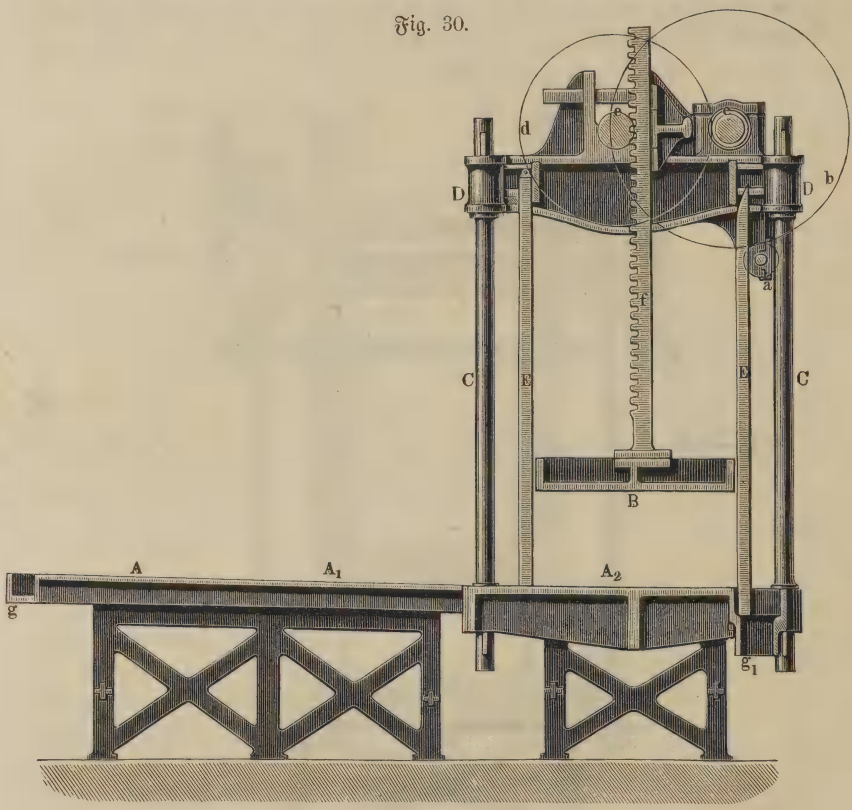
den Tragsäulen *C* ruht. Es findet also hier eine von derjenigen der hidraulischen Presse umgekehrte Einrichtung statt, indem die untere Platte, der Preßtisch, feststeht und der Kopf der Presse (hier die Druckplatte) gegen denselben bewegt wird.

Neben dem Preßtisch befindet sich noch, wie aus Fig. 30 ersichtlich, der, eine

Verlängerung desselben darstellende Packtisch, so daß drei Stellen für Preßkuchenstöße entstehen, die hier mit A, A_1 und A_2 bezeichnet sind. Der Stoß wird in der Weise, welche später beschrieben werden soll, bei A und A_1 hergestellt, dann nach A_2 geschoben und hier ausgepreßt.

Dieses erfolgt durch Niederdrücken der Preßplatte B mittelst der Handgriffe a_1, welche zunächst das kleine Zahnrad a, dann das große b in Bewegung setzen. Dadurch kommt die Welle mit dem kleinen Zahnrad c und somit weiter das große Rad d und dessen Welle e in Drehung. Letztere hat an den den ge-

Fig. 30.



zahnten Tragleisten ff der Preßplatte entsprechenden Stellen Zähne, welche in diese eingreifen und sie je nach dem Sinne der Drehung heben oder niederdrücken. Man sieht, daß durch mehrfache zweckmäßige Uebertragung die Kraft, welche mittelst der Kurbeln ausgeübt wird, sehr erhebliche Steigerung (bei natürlich verlangsamter Geschwindigkeit) erfährt, so daß die Platte B einen starken Druck auf den Stoß Preßkuchen unter ihr ausüben kann. EE sind Leitstäbe, welche den Stoß in seiner richtigen Stellung erhalten; sie können, um denselben an seine Stelle zu bringen, oder fortzuschieben, emporgehoben werden.

g ist eine sich rings um den Pack- und Preßtisch erstreckende Rinne, um den Saft aufzunehmen und durch g_1 abzuleiten. Die ganze Vorpresse ist aus Eisen hergestellt und die Fläche des Preß- und Packtisches mit Eisenschienen belegt, um die Bewegungen der Bleche und den Abfluß des Saftes zu erleichtern.

Die Ausführung der Pressenarbeit selbst und die verschiedenen Hülfseinrichtungen, welche man für regelmäßigen und sicheren Gang derselben für erforderlich erachtet, sind in den einzelnen Fabriken häufig abweichend, und zum Theil selbst von den in den betreffenden Maschinenfabriken beliebteren Konstruktionen abhängig.

In Deutschland geschieht bei den Pressen größerer Art die Arbeit wohl meistens in folgender Weise:

Vor den Hauptpressen befindet sich eine passende Anzahl Packtische, mit oder ohne Vorpressen, aus Eisen, mit eisernen Schienen und etwas geneigt, so daß der Saft leicht durch ein Rohr nach der gemeinschaftlichen Saftrinne abfließen kann. Der Brei wird in wollene Säcke oder Tücher eingeschlagen, die abwechselnd mit Preßblechen in die Pressen eingesetzt werden. Auf jedes Blech wird ein Leere-Rahmen gelegt und über diesen das Preßtuch gebreitet. Auf dieses wird eine bestimmte Menge Rübenbrei mittelst einer Kelle oder dgl. aus dem Breitroge geschöpft und von zwei einander gegenüber stehenden Arbeiterinnen ausgebreitet; dann werden die Ecken des Tuches nach der Mitte zusammengeschlagen und so ein Breikuchen erhalten, der in die Leere des Rahmens paßt, so daß alle gleiche Größe haben. Diese Kuchen werden nun, wenn keine Vorpresse vorhanden ist, mit den Blechen, auf denen sie liegen, in die Presse eingelegt, und zwar entweder einzeln sofort nach ihrer Herstellung, oder es wird erst ein Stoß davon auf dem Packtisch aufeinander gelegt und von diesem aus, nachdem die eigene Last die Kuchen etwas platt gedrückt, die Presse besetzt. Sind dagegen Vorpressen vorhanden, so wird stets ein Stoß auf den Packtisch aufgesetzt, derselbe im Ganzen in die Vorpresse geschoben, und nach Ausübung des Druckes die vorgepreßten Kuchen in die Hauptpresse eingesetzt, wo dann, wie gesagt, ein langsames, lange dauerndes Auspressen geschieht.

Diese Arbeit findet namentlich bei größeren Pressen statt, deren Bleche z. B. 62 auf 73 Ztmr. haben; die wollenen Tücher sind entsprechend größer, nämlich in diesem Falle 1,25 Meter im Quadrat und wiegen etwas über $^1/_2$ Klgr. das Stück.

Rascher geht die Arbeit, wenn man wollene Säcke statt der Tücher verwendet; doch sind Säcke nicht bei großen Pressen praktisch. Die Größe der Bleche bei den kleineren Pressen beträgt z. B. 0,5 Meter im Quadrat, die Säcke sind dann etwas schmäler und etwas länger; sie erhalten die bestimmte Menge Brei, werden auf das Blech gelegt, am offenen Ende umgeschlagen, mit einem Rollholze etwas ausgeglichen u. s. w. Wo keine Vorpressen vorhanden sind, arbeitet man in dieser Weise, ohne Stöße zu packen, sehr rasch und es würden gewiß die Säcke vor den Tüchern überall den Vorzug verdienen, wenn sie nicht für große Preßflächen unanwendbar wären. Kleinere Preßflächen aber verursachen für gleiche Rübenmengen mehr Kosten, sowie durch die verhältnißmäßig ausgedehnteren Ränder mehr Saftverlust.

Bei jeder Bewegung eines Bleches mit darauf liegendem Breikuchen findet

ein Verspritzen des Saftes statt. Von Rübensaft bleibt nämlich mehr als beim Wasser der Fall sein würde, auf dem Rande des Bleches stehen, selbst dann, wenn dieses etwas geneigt worden ist. Es macht hierbei wenig Unterschied, ob der Kuchen vorgepreßt worden oder nicht. Um den so entstehenden Verlust zu vermeiden, sind verschiedene Verbesserungen vorgeschlagen worden, von denen jedoch keine den Zweck ganz vollkommen erfüllt, da sie meist andere Nachtheile im Gefolge haben.

Man findet die Annahme verbreitet, daß nach dem Auspressen des Stoßes in der Hauptpresse beim Zurückgehen des Stempels der auf den Rändern der Bleche, welche über die Preßkuchen vorragen, befindliche Saft durch eine gewisse Luftverdünnung vom Preßkuchen *aufgesaugt* werde. Es geschieht dies aber nicht, vielmehr tritt auffallender Weise bei diesem Rückgang neuerdings Saft und Schaum aus, der aber nur theilweise zum Abfluß kommt, weil der sich erweiternde Zwischenraum das Verbleiben auf den Blechrändern gestattet. Wird nun die Presse ausgesetzt, so fließt beim Zurückbringen der Bleche nach der Stelle, wo die Kuchen oder Stöße gepackt werden, dieser Schaum und Saft ab und verursacht viel Verlust und Unreinlichkeit. Bei genauerer Beobachtung des erwähnten Vorganges findet man den Grund desselben in dem oben (S. 44) erwähnten Umstande, daß der Brei nicht unbedeutende Mengen Luft mechanisch beigemengt enthält. Diese tritt nämlich bei dem zu rasch stattfindenden Pressen aus der immer dichter werdenden Masse nur theilweise aus; die zurückbleibende wird stark zusammengedrückt und entweicht erst beim Zurückgehen der Presse, indem sie Saft in Form von Schaum vor sich her drückt. Es ist daher zu empfehlen, die Presse nach kurzem Zurückgange nochmals anzustellen. Man bemerkt dann leicht, daß noch eine ziemlich erhebliche Menge Saft austritt und abfließt, und stellt man erst dann die Presse vollends ab, wenn dies nachgelassen, so wird *nun* allerdings der auf den Rändern verbleibende Saft vom Kuchen aufgesaugt, was man sehr deutlich und ganz verschieden vom Vorgange bei der gewöhnlichen Art des Abstellens beobachten kann. Dieses nochmalige Anstellen oder Lüften hat sonach einen doppelten Vortheil: erstens wird direkt mehr Saft gewonnen, und zwar in Folge des Austritts der nach Art einer Feder wirkenden Luft, und zweitens wird durch den geringeren Verbleib von Saft auf den Blechen das Verspritzen desselben und somit der Verlust ersichtlich vermindert.

Eine sehr empfehlenswerthe Einrichtung zum Einsetzen der Pressen ist die in Fig. 31 angegebene: Mittelst einer Ziehvorrichtung, welche nur geringe Kraft beansprucht, wird ein hoher Kuchenstoß in die Vorpresse und nach dem Vorpressen auf einen beweglichen Tisch geschoben, der vor die betreffende Presse gefahren wird, wo die Kuchen mit den Blechen eingesetzt werden; dadurch bleiben Haupt- und Vorpressen in Bezug, sowohl auf Stoßhöhe, wie auf den Ort ihrer Aufstellung vollkommen unabhängig von einander. Das Aussetzen findet an der gegenüber liegenden, in Folge der Trennung von Packtisch und Vorpresse ganz frei bleibenden Seite der Presse mit Hülfe eines gleichfalls auf einer Eisenbahn beweglichen Ausladetisches statt, auf welchen die Bleche niedergelegt und unmittelbar zur Packstelle zurückgefahren werden.

Der Einsetztisch fährt dicht vor die Vorpresse und dicht vor die Hauptpressen, so daß der Saftverlust fast Null ist. Auf dem Packtisch wird an *zwei* Stellen

gepackt, so daß der Stoß an der äußersten Stelle begonnen, dann nach dem Weiterrücken an der zweiten Stelle fertig gemacht und endlich bei der zweiten Bewegung in die Vorpresse, bei der dritten auf den beweglichen Tisch gezogen wird. (Für noch raschere Arbeit kann sogar noch eine dritte Packstelle zugefügt werden.) Beim Herausziehen des vorgepreßten Stoßes bewegt sich also dieser auf den Wagen, gleichzeitig der hohe Stoß in die Vorpresse und der halbhohe an die zweite Packstelle.

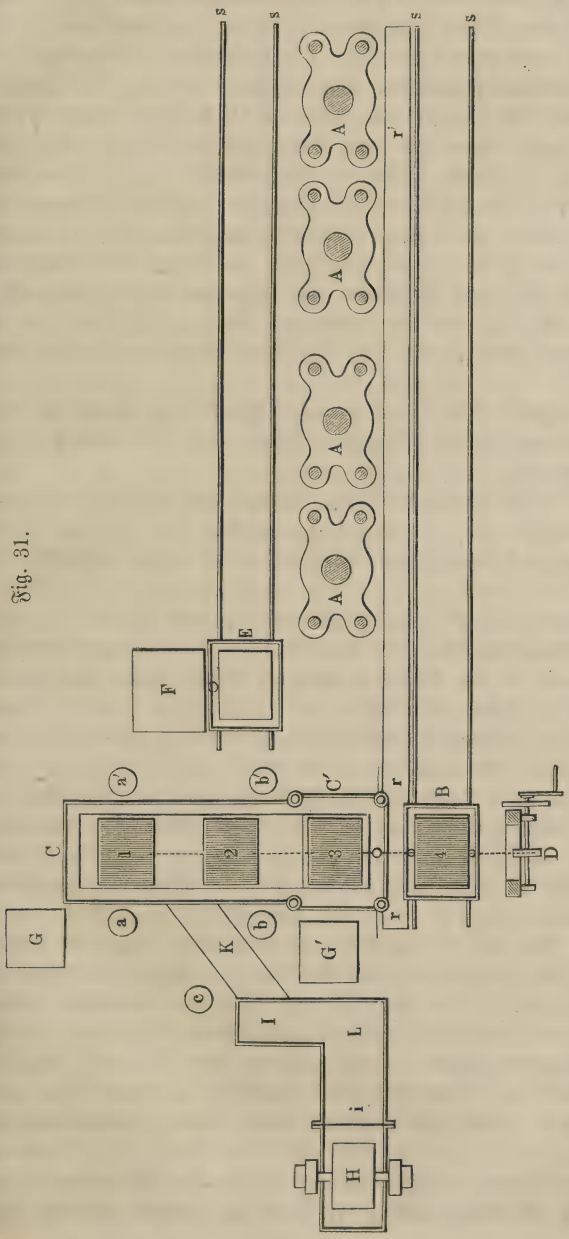


Fig. 31.

Man wird aus dem Plan, Fig. 31, die ganze Einrichtung leicht verstehen: *A A A* sind die Hauptpressen, deren man diejenige Zahl anwenden kann, welche man zur besten Ausnutzung der Arbeit des Packens und Vorpressens passend hält. *B* der vor denselben und bis vor die auf dem Packtisch *C* stehende Vorpresse *C'* bewegliche Tisch oder Wagen. *D* die Ziehvorrichtung; *E* der Wagen hinter den Pressen zur Aufnahme der Bleche, die von der Stelle, welche der Wagen in der Figur einnimmt, leicht auf die Bank *F* geschoben werden. Die Preßkuchen wer-

den gleich während des Aussetzens fortgebracht. 1 und 2 sind die Stöße an den Packstellen; bei 1 wird der Stoß zur Hälfte aufgesetzt, die beiden Packerinnen stehen bei *a* und *a'*, dann werden die drei Stöße, 1, 2 und 3, durch Kettenglieder verbunden und durch Bewegung der Ziehvorrichtung *D*, 1 nach 2, und 2 nach 3, und 3 auf den Wagen *E* gezogen; bei 2 wird der angefangene Stoß fertig aufgebaut, bei 1 ein neuer begonnen. Die Packerinnen für den bei 1 angefangenen, bei 2 fertig aufzubauenden Stoß stehen bei *b b'*. *G G'* sind die Bänke, auf welchen die Tücher liegen; man sieht, daß Tücher und Bleche (bei *F*) für beide Stöße zur Hand liegen und auch immer leicht an Ort und Stelle gebracht werden können. *H* ist die Reibe mit dem absichtlich vergrößerten Troge *L*, *I* und dem Rührer *i*; der mit Nachpreßsaft zu einem dünnen Brei vermischte Rübenbrei wird von *I* aus von dem bei *c* aufgestellten Mann über das untergelegte Blech *K* nach den Plätzen 1 und 2 geschöpft. 3 ist der Stoß unter der Vorpresse, von wo er nach dem möglichsten Zusammenpressen durch *D* nach 4 gezogen wird. *r r* ist die Saftrinne für Pressen und Vorpressen; sie hat an der einen oder anderen Seite einen Ablauf nach dem Scheideraum; *s s* sind die Eisenbahnschienen.

Mit der hier dargestellten oder einer ähnlichen Einrichtung können, bei einer Größe der Breikuchen von 57 auf 67 Ztmr., bequem 900 Ztr. Rüben in 22 Stunden verarbeitet werden.

Wie man auch die Aufstellung der Pressen wählen möge und ganz abgesehen von der Arbeit des Nachpressens, von dem später die Rede sein soll, sind gewisse allgemeine Regeln zu befolgen, wenn möglichst vollständiger Saftgewinn erzielt werden soll.

Zunächst muß der Brei gleichmäßig fein und frei von Stücken sein; diese Bedingung ist unerläßlich, und die größte Sorgfalt ist auf die richtige Einstellung der Poussoirschienen und auf die Instandhaltung der Reibetrommel selbst zu verwenden. Ferner ist der Zusatz von Wasser (oder Nachpreßsaft) auf die Reibe gleichmäßig zu reguliren und auf die sorgfältigste Vermischung desselben mit dem Brei zu achten. Einiges Verweilen des Breies im Troge ist vortheilhaft und bringt bei sonst regelmäßiger Arbeit dem Safte keinen Schaden. Die Höhe der einzelnen Kuchen soll eine geringe sein; bei dicken Kuchen findet das Auspressen in sehr ungenügender Weise statt; die ausgepreßten Kuchen (Preßlinge) sollen Pappdeckel möglichst ähnlich sein. Da mit der Dicke der Kuchen die in gleicher Zeit verarbeitete Menge wächst, so lassen sich bestimmte Regeln in dieser Beziehung nicht aufstellen. Um jedoch einen Anhaltspunkt zu geben, möge als eine in praktischen Grenzen gute Verarbeitung sichernde Menge 7 Klgr. Brei (nach der Verdünnung gewogen) für Kuchen von 57 auf 67 Ztmr. bezeichnet werden. Auf eine Hauptpresse von 80 Ztmr. Packhöhe gehen dann 40 Kuchen, die auf 32 Ztmr. zusammengepreßt werden, nachdem sie in einer Vorpresse möglichst ausgepreßt worden sind. Die Schöpfkellen sind hiernach einzurichten; man giebt ihnen zweckmäßig einen Inhalt von 8 Liter. Unter diesen Verhältnissen und bei einer Verdünnung des Breies von etwa 60 Proz. Wasser ist zu rechnen, daß die mit der Hand bewegte Vorpresse etwa 32 bis 35, die hidraulische Hauptpresse etwa 18 Proz. Rückstände liefert; der Saft der Vorpresse beträgt dann

65 bis 68 Proz. vom Gewicht der Rüben, oder etwa 75 Proz. von dem des verdünnten Breies.

Für unverdünnten Brei rechnet man, daß eine gute hidraulische Pressung 80 von den in den Rüben enthaltenen 96 Proz. Saft liefert, so daß 20 Proz. Rückstände mit 16 Proz. unverändertem Safte erhalten werden. Bei einem Zusatz von 30 bis 40 Proz. Wasser rechnet man auf Auspressung von 83 bis 85 von den vorhandenen 96 Proz. Saft. An Rückständen verbleiben dann 17 bis 15 Proz. mit einem natürlich verdünnteren Safte. Genauere Angaben über das eine oder andere dieser Verfahren haben geringen Werth, da kaum noch ohne zweite Pressung gearbeitet wird. Bei Beurtheilung dieser Art der Arbeit ist die Beschaffenheit der Säfte zu berücksichtigen, die nach der einen oder anderen Weise erzielt werden; es möge hier nur erwähnt sein, daß dieselben stets unreiner sind, als die ohne Wasserzulauf erhaltenen, indem das Wasser eine gewisse Menge von Substanzen löst, die an den Zellen oder dem Marke haften und beim einfachsten Auspressen nicht mit in den Saft übergehen.

Es ist bereits früher bemerkt worden, daß Pressen mit großer Fläche, also große Kuchen, für die Verarbeitung vortheilhafter sind, als kleinere; es möge noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß man stets bei den ausgepreßten Kuchen einen Rand von gewisser Breite findet, der viel Saft zurückhält, und daß der hierdurch bewirkte Verlust, wie sich leicht nachweisen läßt, bei großen Kuchen verhältnißmäßig geringer ist, als bei kleinen.

Doppeltes Pressen. Selbst bei der sorgfältigsten Pressung mit den kräftigsten Maschinen verbleibt eine erhebliche Menge Saft, also auch Zucker, in den Preßlingen. Unter der Annahme von 18 Proz. Preßlingen, einer Zahl, die kaum eine ganze Kampagne hindurch erreicht werden dürfte, es sei denn, daß viel Fasern im Safte mit fortgingen, würde man damit 12 Proz. von den 96 in den Rüben enthaltenen verlieren. Dies beträgt $^1/_8$ oder bei einem Zuckergehalt von 14 Proz. 1,75 Proz. Zucker. Man rechnet zwar, daß bei Anwendung von 50 Proz. Wasser auf der Reibe der Saft auf das $1^1/_2$fache verdünnt und mithin nur zwei Drittel dieser Zahl, nämlich etwa 1,2 Proz. oder $^1/_{12}$ des Zuckers verloren würde. Allein abgesehen davon, daß diese Menge immer noch sehr bedeutend ist, stimmt die Rechnung keineswegs mit der Wirklichkeit. Direkte Versuche haben ergeben, daß bei der sorgfältigsten Arbeit, bei etwa 20 bis 25 Proz. Wasserzusatz der Zuckergehalt der Preßlinge 7,5 bis 8 Proz. beträgt, daß derselbe bei 40 bis 50 Proz. Wasserzusatz zwar auf 7 Proz. fallen kann, sehr leicht aber auch, wenn die Arbeit weniger sorgfältig ausgeführt und die Kuchen etwas weniger dünn gemacht werden, auf 9 Proz. und darüber steigen kann. Vergleicht man diesen Zuckergehalt der Preßlinge mit demjenigen von schlechten Rüben mancher Jahrgänge und bedenkt man, daß man die Steuer für diese sogar noch bezahlt, was bei Preßlingen nicht mehr der Fall, so erkennt man sofort den großen Fehler, den man mit Nichtverarbeitung des so zuckerhaltigen Preßlingenmaterials begeht.

Freilich hat man schon vor langer Zeit die Preßlinge in andere Pressen umgelegt und nochmals ausgepreßt, auch in dieser Weise noch einen gewissen An-

theil Saft erhalten, und so die Menge, wenn nicht den Zuckergehalt der Preßlinge vermindert. Direkte Messung des bei dieser einfachen zweiten Pressung im laufenden Betriebe gewonnenen Saftes zeigen aber, daß dieser Gewinn kaum die Arbeitskosten deckt und daß man besser thäte, die dafür benutzten Pressen zu rascherer Verarbeitung der gegebenen Rübenmenge zu gebrauchen. Wenig werthvoller wird diese Arbeit, wenn man die Kuchen in Wasser taucht oder dämpft; der scheinbare Mehrgewinn betrifft nur etwa den aus den Tüchern ausgewaschenen Saft, der ohnehin nicht verloren geht; beim Anfeuchten erscheint dafür der erste von den Kuchen austretende Saft des frischen Breies etwas dünner, was allerdings nicht gleich in die Augen fällt. Ist aber die Hauptpressung gut ausgeführt, so durchdringt das Wasser die Kuchen erst nach sehr langer Zeit, und bleiben die Kuchen so locker, daß dies schneller vor sich geht, so würde es eben empfehlenswerther sein, mehr Sorgfalt auf die Hauptpressung zu verwenden.

Das einzig rationelle Verfahren besteht in einer Zerkleinerung der Preßlinge behufs vollkommener Mischung mit dem Wasser[1]), wobei zugleich eine gewisse Zeitdauer des Vermischens einen wenigstens theilweisen Ausgleich zwischen dem Wasser und dem Saft der Zellen ermöglicht.

Die dieser Arbeit entgegenstehenden Gründe bestanden namentlich in dem Mangel einer geeigneten Vorrichtung zum Zerkleinern und *Maischen* der Preßlinge und dann in dem Uebelstande zweimaliger Wasseranwendung, einmal zur Reibe und dann zu den Preßlingen.

Die erstere Schwierigkeit ist durch Einführung des *Schlickeysen*'schen Thonschneiders, die zweite durch eine sehr einfache, jetzt in vielen ähnlichen Fällen angewandte Arbeitsweise beseitigt worden. Diese besteht in der Benutzung des Nachpreßsaftes statt des Wassers *zur Verdünnung des Breies auf der Reibe*. Die Vorzüge dieses Verfahrens sind einleuchtend: der Wasserzusatz vermindert sich etwa auf die sonst übliche Menge bei einfachem Pressen, und die Verdünnung des Breies findet mit (verdünntem) Saft, nicht mit Wasser statt.

Die Arbeit mit der bezeichneten Maischmaschine ist eine *ununterbrochene* und läßt, wenn die Größe der Maschine dem zu verarbeitenden Preßlingenquantum angepaßt ist, nichts zu wünschen übrig. Das zuzusetzende Wasser läuft oben gleichzeitig mit den eingeworfenen Preßlingen ein, und die Arbeit kann leicht so geregelt werden, daß ein durchaus gleichförmiger Brei herausgedrückt wird, in welchem keine Preßlingenstücke zu bemerken sind, und welcher den gewünschten Wasserzusatz enthält. Dazu wird die untere seitliche Mündung mit einem stellbaren Schieber versehen, durch den sich die Arbeit sehr leicht regeln läßt. Nothwendige Bedingungen für guten Gang sind, daß die Maischmaschine stets ganz gefüllt erhalten werde, und daß sie eine Geschwindigkeit von etwa 80 Umdrehungen in der Minute habe, doch ist dies etwas verschieden, je nach der zu verarbeitenden Preßlingenmenge.

Statt dieser Maschine kann man auch eine Reibe mit breiten Zähnen anwenden, welche man gleichzeitig mit dem Wasser und den Preßlingen speist. Man

---

[1]) Es ist hier einstweilen von dem weiter unten als gemischtes eingehend beschriebenen *Walkhoff*'schen Verfahren abgesehen.

erreicht dabei zugleich den Vortheil, daß die der Entsaftung entgangenen Stücke und Schwarten jetzt noch zerkleinert und in Folge des Zutritts des Wassers wenigstens theilweise entsaftet werden. Der Saft der Nachpressen erscheint daher etwas schwerer. Als zweckmäßige Grenze des Wasserzusatzes hat sich eine Dichtigkeit des Nachpreßsaftes von durchschnittlich 2 bis 2,5 Proz. Balling ergeben, wobei der zuerst von den Pressen ablaufende etwas leichter, der letztere etwas schwerer ausfällt. Der in den Saft übergehende Wasserzusatz beträgt in diesem Falle ungefähr 50 bis 60 Proz. vom Gewicht der Rüben, und die Menge des Nachpreßsaftes etwa 60 bis 64 Proz. desselben Gewichtes.

In allen Fällen ist häufig wiederholte genaue Bestimmung der Menge und des Zuckergehaltes der erzielten letzten Rückstände für die Güte der Arbeit, für die erforderliche Wassermenge u. s. w. entscheidend.

Bei der zweiten Pressung kann man im Allgemeinen mit etwas geringerer Sorgfalt verfahren und etwas schwächeren Druck anwenden, als bei der ersteren. Es wäre aber unrichtig, wenn man umgekehrt, im Vertrauen auf die zweite Pressung, der ersteren eine geringere Beachtung schenken wollte. Es ist vielmehr als ein durch zahlreiche Beobachtungen bestätigter Erfahrungssatz anzusehen, daß der erwünschte und gleich näher zu bezeichnende Erfolg der zweiten Pressung nur dann wirklich erreicht wird, wenn die erste in bester und regelmäßigster Weise ausgeführt worden ist. Es bringt wenig Nachtheil, wenn man hierbei einige Prozente mehr Preßlinge erhält, als bei einfacher Pressung, da der Zuckergehalt sehr bedeutend niedriger ist. Wenn z. B. einfaches Pressen 16 Proz. Preßlinge von 8 Proz. Zucker liefert, so werden darin 1,28 Proz. Zucker verloren; liefert die doppelte Pressung dagegen 18 Proz. von 3 Proz. Zucker, so beträgt der Zuckerverlust 0,54, und lieferte sie auch 20 Proz., so würde er immer nur auf 0,60 steigen, während 2 Proz. Preßlinge mehr bei einfacher Pressung einen Mehrverlust von 0,16 Proz. Zucker bewirken.

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß bei der oben angegebenen Wassermenge von 50 bis 60 Proz. vom Gewicht der Rüben, entsprechend etwa dem dreifachen Gewicht der Preßlinge der Hauptpresse, der Zuckerverlust in den Rückständen auf weniger als die Hälfte vermindert wird; nimmt man alle Vortheile dieser Arbeit wahr, so kann man ihn auf $^1/_3$ bringen, doch dürfte dies im laufenden Betriebe nicht regelmäßig erreichbar sein. Man bedarf dabei etwa die Hälfte der Preßfläche wie zu dem Hauptpressen.

Es mag schon an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht werden, daß man zweckmäßig zum Maischen der Preßlinge außer Wasser auch das schwache Filterabsüßwasser benutzen kann; man erreicht dadurch eine sehr wesentliche Verminderung des Wasserverbrauchs.

Die Art, wie der Nachpreßsaft der Reibe zugeführt wird, ist nicht ganz gleichgültig. Meist stehen Reibe und Nachpresse gleich hoch und es muß der Saft also gehoben werden. Pumpen eignen sich hierzu nicht wohl, da der Saft dabei stark schäumt; Saftheber mit Dampfdruck sind nicht empfehlenswerth, weil der Saft dadurch erwärmt wird, was man besser vermeidet. Empfehlenswerth sind dagegen Saftheber mittelst Luftleere, die man mit der Luftleere des Verdampfapparates oder mit einer besonderen kleinen Luftpumpe in Verbindung setzen

kann. Ebenso geeignet ist die Anwendung gepreßter Luft, also des Drückens mittelst Luft, wozu allerdings eine besondere Luftkompressionspumpe nöthig ist. Bei Anwendung der Luftleere oder des Luftdruckes entleert man — allerdings periodisch — den Sammelbehälter und läßt den Saft in einen mit der Reibezuflußleitung in Verbindung stehenden Behälter fließen. Der nicht zu vermeidenden Fasern wegen bringt man über dem Sammelbehälter ein leicht zu reinigendes Sieb an; doch gelangen die Fasern nicht in den Preßsaft, da beim Hauptpressen der Saft gewissermaßen wieder filtrirt wird, nur verstopfen sie leicht die Leitungen. Wenn rasch und ohne Stillstände gearbeitet wird, so hat man einen Nachtheil durch den langen Weg und den theilweisen Kreislauf des Saftes nicht zu befürchten; will man aber sicher gehen, so fügt man dem Nachpreßsaft in regelmäßigen Zwischenräumen etwas Kalkmilch zu; jedenfalls bei etwaigem Stillstande ist dies erforderlich; es soll nur so viel sein, daß der zur Reibe fließende Saft eine schwach alkalische Reaktion erkennen läßt; der Rübenbrei selbst darf nach dem Vermischen mit dem Saft nicht grün erscheinen. Im Uebrigen kann bei gefrorenen Rüben der Nachpreßsaft auch ohne Nachtheil durch Dampfeinleitung erhitzt werden; nur ist dann besonders sorgfältig auf den Kalkzusatz zu halten.

Bei der großen Menge Flüssigkeit, welche bei diesem Verfahren mit dem Brei zu mischen ist, kann man ein Rührwerk nicht entbehren; der in Fig. 19 dargestellte Rührer leistet dabei die besten Dienste.

Unter diesen Verhältnissen soll der Nachpreßsaft sämmtlich auf die Reibe fließen und nichts davon direkt zur Scheidung gelangen, was freilich nur dann möglich wird, wenn der Brei der Hauptpresse in sehr dünnem Zustande verarbeitet wird. Dadurch allein erreicht man aber auch den gewünschten guten Erfolg dieser Hauptpressung. Nur zu Ende der Arbeit, oder wenn besondere Umstände es unvermeidlich erscheinen lassen, sollte man gestatten, daß der Nachpreßsaft einen anderen Weg nehme, als den über die Reibe.

Unter dieser Voraussetzung und unter Einhaltung der im Vorhergehenden dargelegten besten Verhältnisse für die laufende Fabrikarbeit kann man im Allgemeinen annehmen, daß man bei einer Saftschwere von 15 Proz. Balling der ohne Zusatz geriebenen Rüben, 50 bis 60 Proz. des Rübengewichtes an Saft von 2,5 bis 3 Proz. von den Nachpressen wirklich erhält, und daß alsdann der von den Hauptpressen abfließende Saft, der einzige, welcher zur Verarbeitung gelangt, eine gleichmäßige Schwere von 10 bis 11 Proz. zeigt.

Die Preßtücher oder Preßsäcke bestehen aus lose gewebtem Wollenstoff, dessen Fäden ebenfalls lose gedreht sein sollen.

Nach mehrfachem Gebrauche wird dieses Gewebe schmierig und läßt dann den Saft nicht mehr leicht austreten; wird nun nicht eine gründliche Reinigung vorgenommen, so bewirkt schließlich der Druck das Zerreißen der Tücher. Es ist daher erforderlich, mindestens nach jedem 12stündigen Gebrauche, die Tücher von den, wie es scheint, auf der Oberfläche und in den Poren der Wolle festgehaltenen Saftbestandtheilen zu befreien. Dies geschieht durch regelmäßiges Waschen, so daß jede Schicht mit den während der vorhergehenden gewaschenen Tüchern arbeitet. Die Tücher werden erst von den noch etwa anhaftenden Preßlingen befreit,

hiernach einige Stunden in warmem Wasser eingeweicht und dann theils mit der Hand, theils mittelst einer Maschine gewaschen, endlich nochmals in frischem Wasser gespült. Es ist wesentlich, daß das Filzen oder Eingehen des Gewebes möglichst vermieden werde; man darf deßhalb nicht zu heißes Wasser, sondern nur solches von etwa 40 bis 50 Grad anwenden. Dabei gelingt freilich die vollkommene Reinigung schwieriger, als bei höherer Temperatur. Zusätze zum Wasser, welches möglichst rein sein soll (man nimmt meist das warme Kondensations- oder Luftpumpenwasser, das man durch heißes oder kaltes auf die richtige Temperatur bringt), sind vielfach empfohlen worden, haben aber keinen sicheren Erfolg. So z. B. Ammoniak, von dem Manche eine besondere Wirkung rühmen. Soda oder Kalk beschleunigen zwar sehr die Reinigung, benachtheiligen aber die Haltbarkeit der Tücher derart, daß man im Gebrauche sehr sparsam und vorsichtig sein muß. Feiner Thon oder Pfeifenerde kann in gewisser Weise die Reinigung befördern, darf aber keinen Sand oder Steine enthalten. Im Uebrigen ist die mechanische Bearbeitung der Tücher das wirksamste Mittel, bei welcher, wegen der nie zu vermeidenden Handwäsche, gewellte, auf Holzbretter befestigte Bleche sehr gute Hülfe leisten.

Am gebräuchlichsten sind die Hammerwalken; das reine Wasser fließt in denselben oben zu, das schmutzige fortwährend unten ab. Hämmer und Trog sind so geformt, daß ein fortwährendes Wenden und Drehen der Tücher stattfindet.

Andere Maschinen beruhen auf der Anwendung von Stampfen statt der Hämmer: Die Tücher werden regelmäßig zusammengelegt in viereckigen Gruben durch auffallende Stempel unter Wasserzufluß bearbeitet. Es ist erklärlich, daß diese Behandlung das Verfilzen weit weniger befördert, als das Walken, eine Arbeit, welche bekanntlich auch dann ausgeführt wird, wenn man gerade das Filzen bewirken will. Wegen des sonst heftigen Umherspritzens des Wassers sind die Tröge dabei so einzurichten, daß das ausgepreßte Wasser raschen Abfluß nach unten findet; wenn dieser Uebelstand wegfällt, wird den Stampfen gewiß der Vorzug vor den Hämmern einzuräumen sein.

Möge die Einrichtung sein wie immer, das Eingehen der Tücher und deren Verfilzen läßt sich nie ganz vermeiden und wenn sich hierin auch die Gewebe keineswegs gleichmäßig verhalten, so ist es doch nicht minder sicher, daß es an Kennzeichen fehlt, um die einen oder anderen Eigenschaften von vorn herein erkennen zu lassen. Das einzige Mittel, sich einigermaßen vor dem unangenehmen Kleinerwerden zu schützen, besteht darin, daß man die Tücher etwas größer wählt, wie nöthig. Außerdem ist schon die Temperatur des Wassers als wichtig hervorgehoben worden; endlich sollte man die Tücher nicht zu lange in der Walke lassen.

Die nassen Tücher werden in der Regel nur mit den Händen ausgedrückt, dann etwas auf Haufen austrocknen gelassen, ehe sie gebraucht werden. Dadurch kommt bei jedem Anfang der Schichtarbeit eine bedeutende Menge Wasser unnöthig in den Saft.

Die gewaschenen Tücher müssen einen wolligen, rauhen Griff, einen frischen und nicht im geringsten säuerlichen oder rübenähnlichen Geruch zeigen, und es müssen darunter alle beschädigten oder durchlöcherten sorgfältig ausgesucht und zum Ausbessern bei Seite gelegt sein.

Folgende allgemeine Regeln seien hier, obwohl meist schon im Vorhergehenden enthalten, der Beachtung empfohlen; sie beziehen sich auf das einzig richtige Preßverfahren: doppeltes Pressen mit Saftauflauf auf die Reibe.

Der Brei der Rüben soll gleichmäßig fein, frei von Stücken und Schwarten und nicht körnig, griesartig, sondern weich anzufühlen sein. Bei neu belegten Reiben kann man dies freilich weniger erreichen, bei zu lange gehenden Reiben wird der Brei so fein, daß er in großer Menge durch die Tücher geht; hier ist möglichste Dauer der mittleren Arbeit anzustreben. Der Nachpreßsaft soll gänzlich auf der Reibe verbraucht werden, es ist durchaus fehlerhaft, wenn ein Theil desselben unmittelbar in die Scheidepfanne gelangt. Die Vermischung von Nachsaft und Brei muß eine durchaus vollständige und gleichmäßige sein; hiervon hängt der Erfolg wesentlich ab. Der Nachpreßsaft soll eine alkalische Beschaffenheit haben, wenn er zur Reibe fließt; das Gemisch desselben mit dem Brei, und der aus den Pressen abfließende Saft soll nicht alkalisch, sondern deutlich sauer sein; Brei und Preßlinge dürfen keinenfalls grün gefärbt erscheinen.

Gutes Vorpressen, d. h. möglichste Verminderung der Kuchendicke, verstärkt die Hauptpreßwirkung, indem sie dieselbe länger andauern läßt; der Saft der Hauptpressen, wie ihn der Durchschnitt einer Scheidepfanne ergiebt, soll die ein- für allemal bestimmte Gesammtwasserverdünnung — welche sich wesentlich nach der beabsichtigten Entsaftung und der möglichen Verdampfung richtet — regelmäßig und gleichmäßig erkennen lassen. Man stelle sie zwischen 40 und 50, höchstens 60 Proz. fest, d. h. es zeige dieser Saft zwischen $^{10}/_{14}$ und $^{10}/_{15}$, höchstens $^{10}/_{16}$ der ursprünglichen Dichte oder des Zuckergehaltes des Rübensaftes. Stärkerer Wasserzusatz hat keinen entsprechenden Erfolg.

Der zur Scheidepfanne fließende Saft sei mindestens so entfasert (s. u.), daß er beim Durchfließenlassen durch die Finger der Hand keinen Rückstand läßt.

Die Preßlingen-Zerkleinerungs- oder Maischmaschine soll so arbeiten, daß keine Stücke übrig bleiben, der Wasserzufluß muß so regulirt werden, daß der Saft der Nachpressen im Durchschnitt die ein- für allemal festgesetzte Stärke und auch eine bestimmte höchste Grenze zu Ende der Pressung nicht übersteigt. Diese Grenzen sind im Allgemeinen 2,5 und 3 Proz., können jedoch in besonderen Fällen eine Abänderung erfahren, die dann streng einzuhalten ist. Zum Wägen des Saftes bediene man sich genauer, in Zehntel getheilter Aräometer (S. 4) und solchen Saftes, der durch Stehenlassen in der Ruhe die enthaltene Luft verloren hat. Letztere Bedingung ist eine ganz wesentliche.

Es trägt zur Sicherheit des Erfolges bei, wenn man den mit Wasser gemaischten Brei kurze Zeit in einem nicht zu geräumigen Behälter verweilen läßt, ehe man ihn auspreßt. Im Uebrigen ist rasche, regelmäßige Arbeit, welche namentlich das längere Liegen der Preßlinge sicher vermeiden läßt, durchaus nothwendig; der Nachpreßsaft werde in regelmäßigen Zwischenräumen mit Kalk versetzt und der Kreislauf der Säfte mindestens alle Woche unterbrochen und alle Wege gereinigt und gekalkt.

Zuckergehalt und Wassergehalt der letzten Preßlinge sind sehr häufig zu bestimmen; sie sollen wenige Schwankungen um die Grenze wahrnehmen lassen, welche je nach der Fabrikeinrichtung, der Arbeitsweise und dem zu berechnenden

vortheilhaftesten Verfahren als die innezuhaltende bestimmt worden ist. Für den Zuckergehalt liegt dieselbe etwa zwischen 2 und 4, für den Wassergehalt zwischen 70 und 75 Proz., wobei namentlich für erstere die genaueste Ermittelungsmethode vorausgesetzt wird (s. u.) Man wird bald durch die Uebung in den Stand kommen, schon an der äußeren Beschaffenheit, dem „Griff", des gemaischten Preßlingenbreies zu erkennen, ob derselbe mit dem richtigen Wasserzusatz versehen ist; hierauf ist mit besonderem Fleiße zu achten.

Gestattet es die Größe und Aufstellung der Pressen, so lasse man bei Beginn jeder Schichte die Tücher, welche in der vorhergehenden, in der Hauptpresse, gebraucht worden, bevor sie zur Wäsche gehen, ein Mal bei dem Nachpressen benutzen; es wird dann statt des konzentrirten nur verdünnter Saft darin belassen und so der Saftverlust vermindert. Die Tücher sind sorgfältig auszuschütteln, und mindestens nach zwölfstündigem Gebrauche wirksam zu reinigen.

Man versäume nicht das Lüften (S. 58) der Pressen.

3. Schützenbach'sches Auslauge- und Mazerationsverfahren.

Wenn Rübenbrei mit Wasser gemischt wird, so erhält man nach einiger Zeit einen verdünnten Saft, welcher sowohl den durch das Reiben frei gewordenen, als einen verhältnißmäßigen Theil des in den Zellen zurückgebliebenen enthält. Entfernt man theilweise diesen Saft auf irgend eine Weise, und fügt man wieder Wasser hinzu, so wiederholt sich der Vorgang ganz in derselben Art, nur nimmt jetzt der zurückgebliebene verdünntere Saft die Stelle des reinen Zellsaftes ein und der Saft in den Zellen ist gleichfalls verdünnter geworden. Man sieht, daß durch Wiederholung des Wasserzusatzes und Entfernung des immer verdünnter werdenden Saftes allmälig der Saft der Zellen sämmtlich ausgezogen oder in Folge der gegenseitigen Wirkungen gewonnen werden kann. Nur wird der Austausch immer langsamer, da der Unterschied der Dichtigkeiten zu beiden Seiten der Zellwand immer geringer wird. Ohne eine sehr große Anzahl von Auslaugungen und einen entsprechenden Zeitaufwand gelingt es daher nicht, wirklich sämmtlichen Saft oder Zucker des Breies zu gewinnen, aber es steht der erhaltene Antheil im geraden Verhältniß zu dieser Zahl und Zeit.

Den ganzen Vorgang nennt man je nach dem Standpunkte, von welchem man ihn beurtheilt, Extraktion oder Mazeration, oder auch kurzweg Auslaugung.

Wenn man ein gegebenes Gewicht Brei so lange mit gewechselten Wassermengen behandeln wollte, bis ihm (in praktischer Beziehung) aller Saft entzogen wäre, so würde man eine Menge von durchschnittlich so verdünntem Saft erhalten, daß eine Verarbeitung desselben nicht vortheilhaft wäre. Noch weniger angemessen würde es sein, die eine Verarbeitung nicht mehr lohnenden, weil zu sehr verdünnten Säfte der späteren Auslaugungen ganz zu verwerfen. Man benutzt daher diese anstatt Wasser zum Vermischen mit frischem oder doch weniger erschöpftem Brei, so zwar, daß man nur den konzentrirten Saft von der ersten Auslaugung als zu verarbeitenden Saft abführt, den folgenden aber auf frischen Brei leitet, mit dem eben so verfahren wird u. s. w. So entsteht ein System von Auslaugungen, bei welchem stets der konzentrirtere Saft mit frischem Brei

zusammenkommt, während der minder konzentrirte auf schon theilweise entsafteten fließt und so weiter, und schließlich das Wasser nur einmal auf schon fast ganz erschöpften Brei zu wirken hat.

Denkt man sich also eine Anzahl von Gefäßen, die so mit einander verbunden sind, daß der Saft von jedem einzelnen in das folgende und von jedem nach der Fabrik abgeleitet werden kann, so sind sie, wenn die Arbeit in regelmäßigem Gange ist, alle mit Brei und Saft gefüllt, deren Dichtigkeit vom ersten, eben mit Brei beschickten an, abnimmt. Das letzte enthält Wasser und den am meisten erschöpften Brei, der Saft hiervon gelangt in das nächste, wo er weniger entsafteten Brei vorfindet, dann in das folgende, und so fort bis zum ersten, worin der allmälig konzentrirter gewordene Saft den frischen Brei trifft, mit diesem sich mischt und verstärkt zur Fabrikarbeit abfließt. Unterdessen ist die Auslaugung des ältesten Gefäßes beendet; dasselbe wird ausgeschaltet und in der Reihe durch das nächstfolgende ersetzt und so fortgefahren. Man sieht also, daß von jeder Beschickung mit frischem Brei nur ein Mal Saft zur Scheidung abgezogen wird und dann die weiteren Nachsäfte zum Auslaugen statt Wasser benutzt werden.

Die Einrichtung der Auslaugegefäße ist so getroffen, daß außer den eben dargelegten auch noch die Bedingungen erfüllt werden, daß Flüssigkeit und Rübenbrei aufs vollkommenste gemischt, und daß sie beim Ablaufen der ersteren möglichst getrennt werden.

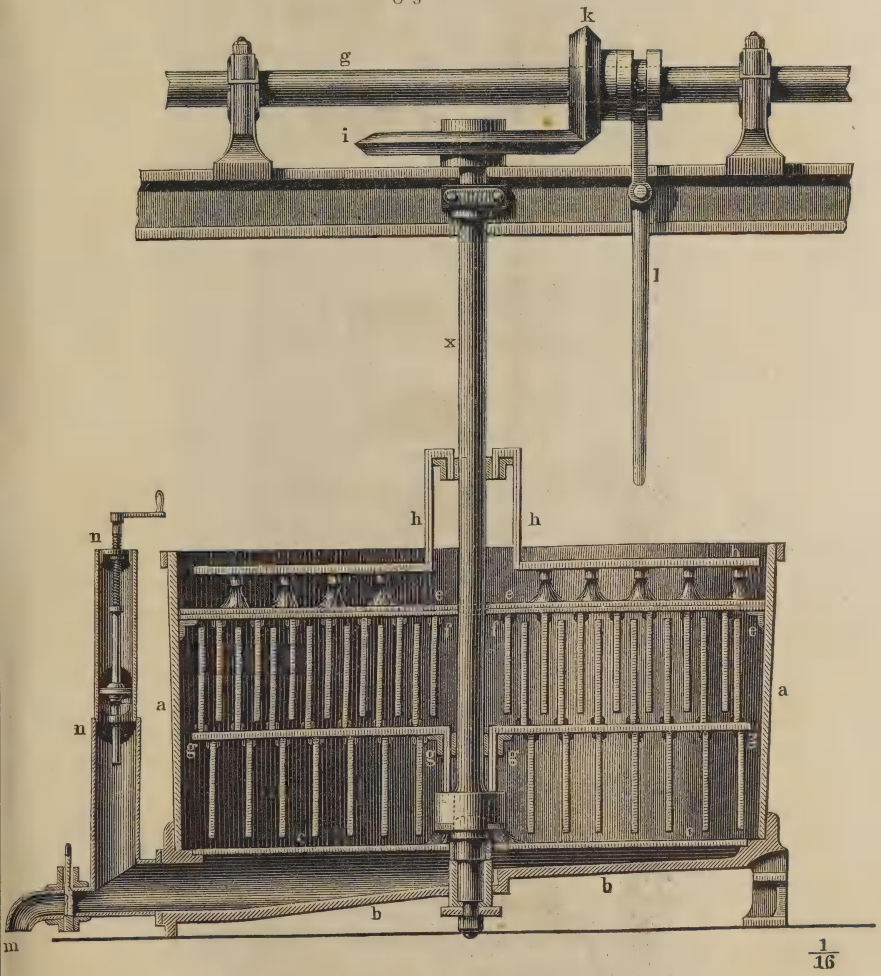
Fig. 32 stellt ein solches Gefäß im Durchschnitt dar. Dasselbe besteht durchweg aus Eisen und ist von zilindrischer Gestalt. Der Boden *bb* ist nach einer Seite geneigt und endigt in einem horizontalen Ansatzrohr mit einem Absperrschieber oder Hahn bei *m*. Auf dieses Abflußrohr ist das Uebersteigrohr *n* mit einem von oben stellbaren Ventil aufgesetzt. Durch *m* wird der Saftinhalt des Gefäßes entleert, durch *n* dagegen der Saft nach dem benachbarten Gefäße geleitet, welches etwas niedriger stehen muß, damit der Saft in dasselbe abfließen kann. Außerdem hat das Gefäß eine größere Oeffnung mit Mannlochdeckel- oder Schieberverschluß zum Entleeren des gesammten Inhaltes (Brei und Flüssigkeit).

cc ist der untere, aus einem feinen Messingsieb bestehende Doppelboden, *ee* ein Siebdeckel aus gelochtem Blech, der aus mehren Stücken besteht, um abgenommen werden zu können, und der an seiner unteren Seite die Stäbe *ff* trägt. In der Mitte des Gefäßes steht die vertikale Axe *x*, welche durch die konischen Räder *i* und *k* mit der Auslösung *l* in Bewegung gesetzt wird und welche die Rührer *gg* und die Bürsten *hh* trägt. Mit den Stäben *ff* zusammen bewirken erstere die Vermischung von Brei mit Saft oder Wasser, während die Bürsten (von Piassava oder dgl.) die Oberfläche des Siebbodens rein und für den Durchgang der aufließenden Flüssigkeit frei halten. Ebenso sind unten an der Axe lange Bürsten befindlich, welche beständig über den unteren Siebboden streichen und denselben von Rübenfasern befreien, damit die Flüssigkeit ungehindert weiter fließen kann.

Solcher Gefäße werden 12 bis 16 derartig aufgestellt, daß sie unter einander durch die Uebersteiger verbunden werden können. Dies geschieht, indem man sie entweder auf einem treppenförmigen Fundamente mit der nöthigen gegen-

seitigen Höherstellung anbringt, oder indem man zwischen den auf einer Ebene stehenden Gefäßen eben so viele kleine Kreiselpumpen einrichtet, welche den aus einem Gefäße abfließenden Saft auf das folgende heben. Eine gemeinschaftliche Transmissionswelle ist vorhanden, welche durch die Zahngetriebe sämmtliche Rührwerke und im letzteren Falle die Kreiselpumpen in Drehung erhält. Nur beim

Fig. 32.



$\frac{1}{16}$

Einfüllen wird das Rührwerk durch die Ausrückvorrichtung außer Betrieb gesetzt. Die Schnelligkeit der Rührer beträgt 20 bis 25 Umdrehungen in der Minute. In dem Fundamente sind zwei Kanäle angebracht: der eine leitet den konzentrirten Saft aus jedem ersten Gefäße nach der Scheidung, der andere nimmt den ganzen Inhalt auf, wenn das Gefäß entleert wird.

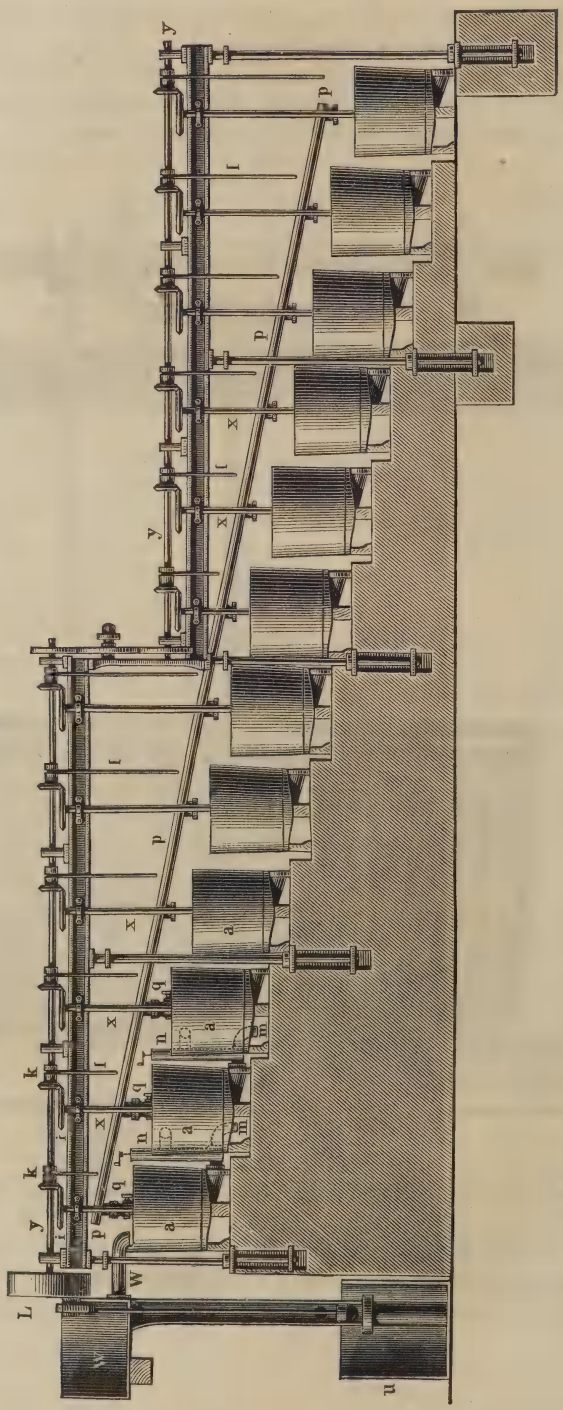


Fig. 33.

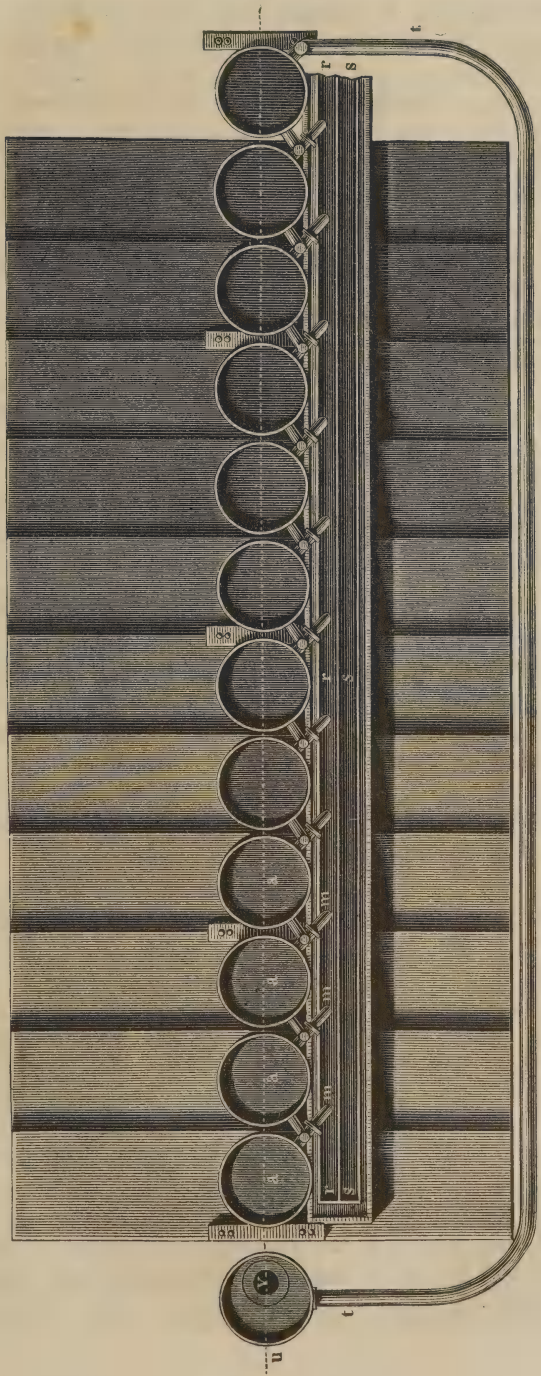


Fig. 34.

Die Aufstellungsweise der Auslaugegefäße zeigen die Figuren 33 und 34 (S. 70 und 71). Sie stehen terrassenartig, so daß der flüssige Inhalt jedes höherstehenden Gefäßes durch das Steigrohr *n*, welches in Fig. 33, der Einfachheit halber nur bei zwei Gefäßen angedeutet ist, sich in das zunächst tiefer stehende Gefäß ergießen kann. Aus dem letzten gelangt die Flüssigkeit durch das Rohr *t* in den Behälter *u*, worin die Pumpe *v* steht, welche dieselbe in den Behälter *W* hebt, woraus sie dann nach dem ersten, höchst stehenden Gefäße abgelassen werden kann.

Die Rinnen *r* und *s* (Fig. 34) dienen, die eine zum Wegführen des konzentrirten Saftes in einen Sammelkasten, aus welchen der Saft zur weiteren Verarbeitung (Scheidung) befördert wird, die andere zum Wegleiten des erschöpften Breies.

L (Fig. 33) ist die Riemenscheibe der Hauptwelle *y y* .., durch welche die Rührwerke der Gefäße in Thätigkeit gesetzt werden. Die Welle ist abgebrochen, damit die Axen der Rührwerke der sechs letzten Gefäße nicht zu bedeutende Länge erhalten. Die Bewegung wird von der oberen Welle auf die untere durch drei Räder übertragen, wie es aus der Abbildung ersichtlich ist. Es versteht sich von selbst, daß das Rührwerk jedes Gefäßes durch Ausrücker (*l*) zum Stillstehen zu bringen ist. Auch die Pumpe muß sich leicht außer Thätigkeit setzen lassen.

p p .. ist ein Wasserrohr, von welchem ab jedes Gefäß durch den Hahn *q* .. mit Wasser versehen werden kann.

Einen sehr großen Uebelstand bildete früher die stets unvollständige Trennung der Fasern vom Saft durch die Siebe, die man so eng nicht nehmen konnte, wie diese Trennung eigentlich erforderte. Man ließ den Saft daher in der Regel, ehe er zum Meßgefäße gelangte, durch ein leeres Gefäß fließen, um einen großen Theil der Fasern hier zurück zu halten. Der Gang einer solchen Batterie, welche 12 Gefäße enthält, von denen 9 in Arbeit stehen, läßt sich, wenn die Arbeit in vollem Gange ist, durch Fig. 35 darstellen.

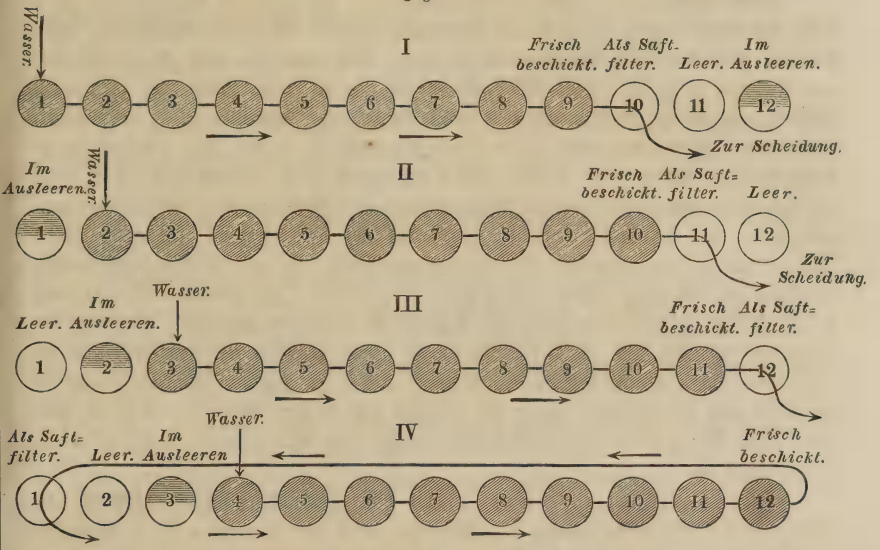
Aus dem eben angeführten Grunde war man früher genöthigt, den Brei, um nicht zu viel Fasern durchgehen zu lassen, nicht fein, sondern mehr streifenförmig herzustellen, wozu man sich gröberer Sägezähne an den Reiben bediente. Seit man sich jedoch mit Erfolg die Entfaserung des Saftes angelegen sein ließ, ist dieser Uebelstand verschwunden, der sich hauptsächlich in einer geringeren Saftgewinnung darstellte, da aus dem gröberen Brei der Saftaustritt nur unvollständig erfolgte. Erst mit Verarbeitung von eben so feinem Brei ist die Ausbeute auf dasselbe Maß gestiegen, welches andere Saftgewinnungsmethoden zu erreichen gestatten, so daß die Entfaserung des Saftes und die damit zusammenhängende Feinheit des Breies als die Bedingungen guter Auslaugearbeit zu betrachten sind.

Bei einem Apparate von 14 Gefäßen von einem Gesammtinhalt von je 950 Klgr. und einer Beschickung von 250 Klgr. Brei zeigten sich bei einer Verarbeitung von 1500 Ztr. in 24 Stunden folgende Zuckergehalte in den 13 verbundenen Gefäßen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Zucker	0,13	0,35	0,50	0,61	0,83	1,0	1,39	1,87	2,36	3,14	4,35	5,3	7,72

Der letzte Saft war der für die Scheidepfanne bestimmte; die Saftverdünnung betrug im Durchschnitt 40 Proz. vom Gewichte des Rübensaftes.

Fig. 35.



In einem anderen Falle bestand die Batterie aus 11 Gefäßen von je 0,75 Kubikmeter (25 Kubikfuß) Raum zwischen beiden Siebböden, für eine Füllung mit 260 Klgr. Brei. 10 verbundene Gefäße zeigten:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Proz. Ball.	0,28	0,55	0,95	1,55	2,15	3,05	4,20	5,55	7,10	9,75
Proz. Zucker	0,14	0,35	0,75	1,22	1,68	2,52	3,55	4,65	5,75	8,05

Zusatz von Kalk in geringer Menge, entweder als Kalkmilch zur Reibe, oder als Kalkwasser beim Auslaugewasser ist von gutem Erfolge begleitet, und trägt zur erwünschten Erhaltung der Säfte, sowie zur leichteren Entfaserung bei. Ist die Kalkmenge aber irgend erheblich, erscheinen also die Rückstände grün, so fällt leicht die Zuckerbestimmung in letzteren zu gering aus und führt zu irrthümlichen Annahmen über das Entsaftungsverhältniß.

Der Wasserverbrauch bei dem ganzen Verfahren ist ein sehr bedeutender, er steigt bis auf das Drei- bis Vierfache des Rübengewichtes; hiervon gehen, wie gesagt, nur etwa 40 Proz. in den Saft ein, das Uebrige dient zum Verdrängen des Saftes, verbleibt beim Ausfließenlassen des Breies demselben beigemischt, oder wird zum Reinigen verwendet.

Von den neueren Verbesserungen, die dem Schützenbach'schen Verfahren zu Theil geworden sind, ist vor Allem die schon oben erwähnte Entfaserung

zu nennen. Die dazu benutzten Apparate sind auch bei anderen Verfahren von Nutzen und werden in einem besonderen Abschnitt (dem 5.) beschrieben werden. Auch Filterpressen werden dazu benutzt. Diese gleichen völlig den zur Trennung des Scheideschlammes vom Saft angewendeten, weshalb auf die im nächsten Buche vorkommende Beschreibung verwiesen werden kann.

Das Durchströmen des Saftes durch die Filterpressen wird theils durch hidrostatischen Druck, theils durch Pumpen-, theils durch Luftdruck bewirkt, ohne daß der Saft natürlich irgend erwärmt wird, und zwar so, daß die Arbeit ununterbrochen fortgeht. Der Rückhalt in den Filterpressen wird entweder durch Wasser ausgelaugt, oder, wenn dies die Säfte zu sehr verdünnen sollte, ausgepreßt, wobei die Tücher nach dreimaligem Pressen gewechselt werden, um zur Wäsche zu kommen; die Unkosten für Tücher und Tücherwäsche sind unbedeutend. Kalk wird bei der Mazeration zugesetzt und dadurch dem Verschleimen der Filterpressen vorgebeugt. Bei letzteren bilden die zuerst an den Filterflächen sich ablagernden Fasern das Filtrationsmittel für die weiteren Säfte, so daß es sogar zweckmäßig ist, diese mit einem gewissen Fasergehalte herzustellen. Zu bemerken ist aber, daß feine Fasern hierbei sehr bald jede Filterfläche verstopfen würden. Da nun der feingeriebene Brei sich in dieser Beziehung als nachtheilig erwiesen hat, und die Benutzung der Filterpressen binnen kurzem unmöglich machen würde, so müssen in diesen erst die gröberen, dann die feineren Fasern zum Ablagern kommen, was ein kleiner Apparat erreichen lassen soll, dessen Einrichtung aber nicht bekannt geworden ist.

Die zweite Verbesserung, welche diese Entsaftungsweise erfahren hat, besteht in der Wiederbenutzung des freiwillig aus dem entleerten Brei abgelaufenen, ebenso wie des in den Pressen aus demselben abgepreßten Wassers zum Auslaugen des Breies, an Stelle des sonst gebrauchten frischen Wassers. Auf diese Weise wird dasselbe Wasser fortlaufend wieder gebraucht, und es ist nur dasjenige zu ersetzen, welches wirklich als Verdünnung im abgezogenen Safte erscheint, und welches schließlich in den Preßlingen verbleibt. Dieses unbedingt erforderliche Wasser wird beim Reinigen der Gefäße, also beim Ausspritzen der Messingsiebe, zugegeben; wenn dies nicht ausreicht, kann auch noch etwas Wasser, außer jenem Abflußwasser, zufließen, wie denn auch beim Beginn jeder neuen Woche mit frischem Wasser angefangen wird.

Es mögen hier nun noch einige Mittheilungen über die Ausführung der Mazeration im praktischen Betriebe Platz finden:

a. Folgende Angaben sollen zeigen, wie die Entfaserung durch Filterpressen und die Wiedergewinnung der Ablaufwasser sich darstellt:

Eine Batterie von 15 Gefäßen, wovon 13 in Thätigkeit, verarbeitet 1300 Zentner Rüben in 24 Stunden. Der sehr fein zerriebene Brei wird ohne Wasserzulauf auf der Reibe erhalten. Außer dem Träberwasser gelangen 50 Proz. Wasser zu gewissen Zeiten, sowie etwa 0,1 Proz. Kalk zur Auslaugung; letzterer wird den verschiedenen Gefäßen zugesetzt.

Der nicht völlig ausgelaugte Brei des letzten Gefäßes fließt auf Siebkasten und wird dann mittelst vier hidraulischer Pressen ausgepreßt: Gewicht des Preßsaftes 3 Proz. Dieser geht in Gemeinschaft mit dem von dem Siebe ablaufenden

zu der Batterie zurück, um mit dem zeitweiligen Wasserzusatz zum Auslaugen zu dienen. Der schwerste abgezogene Saft wird durch ein oben erweitertes Rohr, welches hier den Apparat zur Regulirung der Fasern (s. o. S. 74) trägt, gepumpt und fließt mit 1 Atmosphären-Druck durch vier Filterpressen zu den Scheidepfannen; derselbe ist nicht vollkommen faserfrei. Es werden etwa 2 Proz. ziemlich feste Faser erhalten, die zum frischen Brei zurückgehen. Die hidraulischen Pressen erfordern 3 bis 4 Mann und liefern 19 Proz. kalkhaltiger, grüner Rückstände, welche nur 0,5 bis 0,6 Proz. Zucker im Verhältniß zum Rübengewicht enthalten sollen.

Bei einem Gewicht des reinen Rübensaftes von 15,5 Proz. wiegt der zur Scheidung gehende Saft etwa 12 Proz., der Faserpreßsaft 10 bis 11, der Saft der hidraulischen Presse 3 Proz.

b. Ein Beispiel des praktischen Fabrikbetriebes mit dem älteren einfachen Verfahren ist folgendes:

Verarbeitung 1100 Ztr. in 24 Stunden. 14 Gefäße, wovon 12 in Gebrauch.

Füllung eines Gefäßes 3,8 Ztr. Brei, ohne Wasserzulauf gerieben.

Abzug eines jeden Gefäßes 290 Liter, entsprechend der Menge Flüssigkeit, welche frei daraus abläuft.

Aus der Verdünnung des Scheidesaftes im Vergleich zum Rübensafte ergiebt sich ein Wassereintritt von etwa 80 Proz. vom Saftgewicht.

Der abgezogene Saft geht über einen Entfaserer (Schüttelsieb) zum Meßgefäß.

Die Batterie ist eine horizontal stehende; zu jedem Gefäß gehört also eine Kreiselpumpe. Wenn ein Gefäß abgestellt werden soll, pumpt man noch so viel Flüssigkeit aus demselben auf das folgende, daß der Inhalt nur eben so flüssig bleibt, um frei ablaufen zu können. Dieser sehr kompakte Brei geht über ein Sieb, wo ein Theil des Wassers ab- und fortläuft, während der Rückstand in hidraulischen Pressen auf 30 bis 33 Proz. abgepreßt wird. Die Preßlinge enthalten 80 bis 84 Proz. Wasser. Die Ablauf- und Abpreßwasser werden nicht wieder benutzt, können aber zum Einspritzen bei dem Verdampfapparate genommen werden.

Die großen Vorzüge der Schützenbach'schen Entsaftung ergeben sich namentlich aus dem Vergleich mit dem Preßverfahren und bestehen in der Reinlichkeit und Einfachheit der Arbeit, in dem Wegfall der Tücher und eines großen Theiles der Handarbeit, an welcher durch zweckmäßige Aufstellung und mechanischen Einrichtungen, viel erspart werden kann.

Ein Theil dieser Vorzüge geht allerdings dadurch wieder verloren, daß die Rückstände der Auslaugung noch ausgepreßt werden müssen. Die Anwendung von Walzenpressen, selbst von solchen, welche für Saftgewinnung nicht vollkommen gut arbeiteten, wäre also eine große Verbesserung, und es dürfte an hierzu brauchbaren wohl kaum noch Mangel sein.

Außerdem verlangt diese Auslaugearbeit eine große Sorgfalt in der Ausführung im Einzelnen, und eine unausgesetzte Beaufsichtigung etwa unzuverlässiger

Arbeiter. Schon solche Umstände, welche anscheinend ohne große Erheblichkeit sind, können den Erfolg der Arbeit, wie er sich in der Auslieferung darstellt, vermindern. So z. B. übt eine nicht ganz senkrechte Stellung der Gefäße, eine mangelhafte Befestigung der Siebe, ein unrichtiger Gang der Rührer, oder irgend welche Beschädigung der Siebe sofort einen um so nachtheiligeren Einfluß, als die Folgen sich immer erst bemerkbar machen, wenn sie schon einige Zeit hindurch währen. Namentlich aber ist auf gleichmäßige Ladung, genaue Bemessung des Saftabzuges und nicht verfrühte Abstellung der Gefäße zu achten; wenn durch irgend welchen Umstand, namentlich durch Verstopfung in Folge mitgerissenen Breies, ein Gefäß den Saft nicht rasch genug abfließen läßt, so kann durch Ausschaltung desselben oder unzeitige Entfernung seines Inhalts viel Saft ungewonnen bleiben, was nur durch sorgsame Beaufsichtigung zu vermeiden ist.

Auf die Menge des erforderlichen Wassers ist schon hingewiesen worden; während die Verdünnung des Saftes um 40 Proz. oder mehr sich keinesfalls vermeiden läßt, ist es nach den mitgetheilten Erfahrungen schon fraglich, ob der Wasserverbrauch, welcher sich durch den Ersatz des Saftes und durch das Verdünnungswasser für den im flüssigen Zustande zurückbleibenden Brei darstellt, ohne Schaden für die Arbeit wird geringer werden dürfen. Bei besonders zuckerreichen oder schwer zu entsaftenden Rüben sind diese Verhältnisse noch zu erhöhen. Unter diesen Umständen ist die Beschaffenheit des Wassers ebenfalls nicht ohne Einfluß.

Die wirksame Entfaserung ist eine unbedingte Nothwendigkeit für gute Arbeit: man kann annehmen, daß, wenn ohne eine solche, hohe Saftausbeuten angegeben werden, die gegen gute Preßarbeit nicht zurückstehen, die Ausbeute aus dem Gehalte der Rückstände gefunden wurde und diese dann nicht mit dem vollständigen, genau bestimmten Zuckerrückhalt zur Berechnung gelangten.

Rückstände. Die Rückstände des Schützenbach'schen Verfahrens, in der Form, wie sie aus den Gefäßen kommen und durch Ablaufen von einem Theil des Wassers befreit worden sind, enthalten noch solche Mengen Wasser, daß sie, wie schon bemerkt, erst durch Pressen in einen verhältnißmäßig trocknen Zustand gebracht werden müssen. Man begnügt sich mit 16 bis 20 Proz. Trockensubstanzgehalt und behandelt diese Preßlinge dann wie Rückstände der Schleudern, mit denen sie auch im Werthe ziemlich gleich stehen.

Bei der Untersuchung dieser Rückstände, wenn dieselbe nicht nur zur Kontrole der Arbeit, sondern zur Feststellung des Gesammtverlustes dienen soll, ist auf den, obwohl geringen, Gehalt der Ablaufwasser von den Sieben und von den Pressen Rücksicht zu nehmen.

Wenn z. B. das Gesammtgewicht des Breies in einem Gefäße 1206 Klgr beträgt, welches von einer Ladung reinen Rübenbreies von 415 Klgr. herstammt, so sind bei 4 Proz. Mark vom Gewicht der Rüben in obigem Gewicht 16,6 Klgr. Mark und 1189,4 Klgr. Flüssigkeit enthalten. Beträgt nach erfolgter Auslaugung der Gehalt dieser Flüssigkeit nur 0,5 Proz. Zucker, so berechnet sich der Verlust auf 100 Rüben schon auf 1,4 Thle. oder auf 11,6 Proz. Saft bei 12 Proz. ursprünglichem Gehalt. Selbst ein Gehalt von 0,1 Proz. würde, so gering er

erscheint, den bestimmbaren Verlust auf 0,3 Proz. der Rüben beziffern lassen. Es ist daher stets die Menge der Ablaufwasser beiderlei Art, sowie dessen Zuckergehalt zu ermitteln. Ist dasselbe alkalisch, so ist vor der Polarisation der Kalkzucker durch Kohlensäure, oder in der Kälte durch Essigsäure zu zersetzen.

Da die gesammten Rückstände hier mehr als das Doppelte des verarbeiteten Rübengewichtes und nicht, wie bei allen anderen Arbeitsweisen, weniger als dieses betragen, so ist genaueste Feststellung der verschiedenen Zuckergehalte mehr als bei anderen Verfahren Nothwendigkeit. Jeder Fehler wird mehr als verdoppelt, während er bei anderen Arbeitsarten bis zur Uebertragung auf Rübengewicht vielmehr eine Verminderung erfährt.

Derartige genaue Untersuchungen ergeben, daß der Saftgewinn bei diesem Verfahren den bei einfacher Pressung übertrifft, dem beim doppelten Pressen etwa gleich steht, daß er aber nur bei besonderer Sorgfalt, und wahrscheinlich auf Kosten der Reinheit der erzielten Säfte, über diesen hinausgehen kann.

Von wirklich gefundenen Zahlen für den Gehalt der Rückstände seien hier folgende angeführt:

Nach Reimann lieferten 15 270 Ztr. Rüben bei einem Saft von 12 Proz. Zucker 53 598 Ztr. Träberwasser von 0,14 Proz. Zucker und 4428 Ztr. Träber. Der Verlust an Zucker durch das Träberwasser betrug also 75 Ztr. Die Trockensubstanz der Träber (5 Proz. vom Gewicht der Rüben) betrug 763,5 Ztr. mit einem Zuckergehalt von 12,2 Proz.; es fand also in den Trübern ein weiterer Verlust von 93,2 Ztr. statt. Danach betrug der Zuckerverlust in diesem Falle 1,1 Proz. vom Gewicht der Rüben.

Nach Ebert ergaben die Resultate einer großen Anzahl Fabriken 0,4 bis 0,55 Proz. Zucker in den Preßlingen, und 0,55 bis 0,40 Proz. in den Träberwassern, auf 100 Rübe reduzirt, welcher Verlust durch Wiederbenutzung dieses Wassers natürlich auf die Hälfte vermindert werden würde.

4. Saftgewinnung mittelst Schleudern.

Allgemeines. Statt wie beim Pressen den Druck behufs Trennung von Saft und Faser unmittelbar auf den Brei wirken zu lassen, kann man ihn auch durch Zentrifugalkraft erzeugen, d. h. den Brei in einer passenden Vorkehrung in rasche Drehung versetzen und den hierbei entstehenden Druck zur Trennung des Saftes benutzen. Dieses ist das Prinzip der Saftgewinnung mittelst Schleudern oder Zentrifugen.

Im Allgemeinen besteht die Schleudermaschine aus einer oben offenen zilindrischen Trommel, deren Umfang aus durchlochtem und mit Metallsieb überzogenem Metall besteht, und die sich um ihre vertikale Axe mit großer Geschwindigkeit dreht. In Folge der so entwickelten Zentrifugalkraft wird die in die Trommel eingebrachte halbflüssige Masse an der inneren Fläche der Siebtrommel ausgebreitet und der flüssige Theil derselben durch die Oeffnungen hindurch gedrückt, während der feste zurückbleibt. Die bewegliche Trommel ist von einer feststehenden, dem Mantel, umgeben, welcher die Flüssigkeit zurückhält und durch eine Röhre ausfließen läßt.

Zur Saftgewinnung wendet man dieselben Schleudern an, wie zur Trennung von Zucker und Sirup, nur mit dem Unterschiede, daß die Saftschleudern überall größer genommen werden, und daß man zum Sirupschleudern auch solche von anderer Einrichtung, nämlich mit Bewegung von oben, anwendet, die bei der Saftgewinnung nicht benutzt werden können.

Die Figuren 36, 37 und 38 stellen eine Fesca'sche Schleudermaschine im Auf- und Grundriß dar.

Fig. 36. Fig. 37.

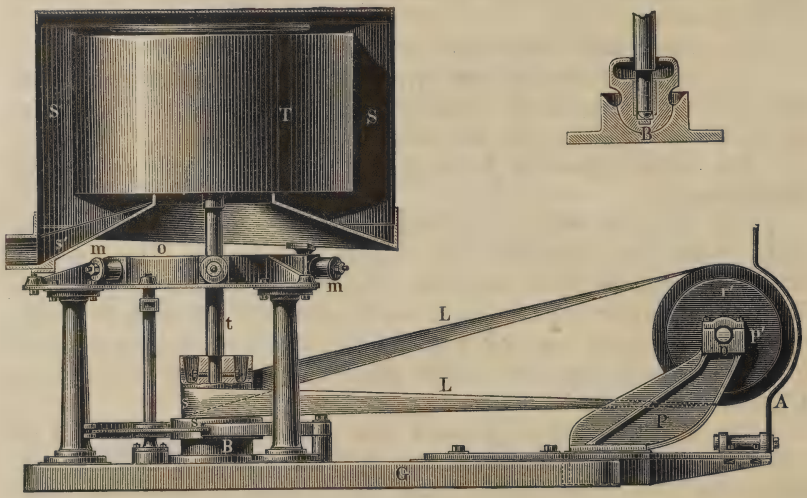
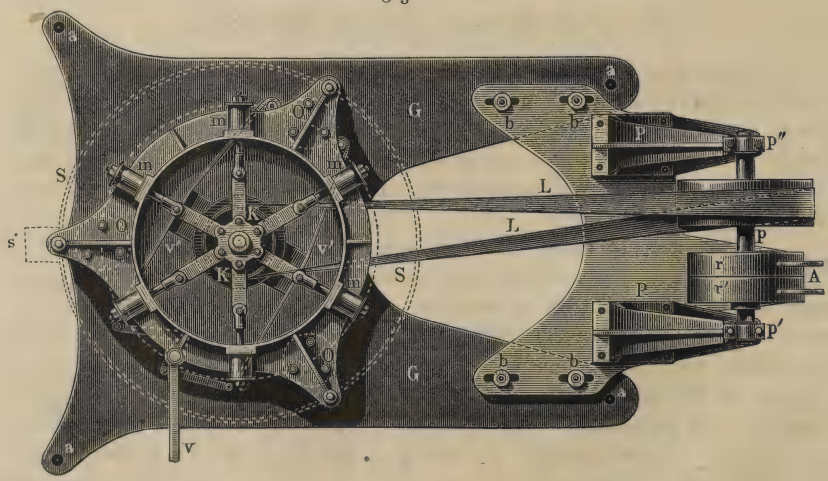


Fig. 38.



Die Trommel T ist freilaufend und mit Betrieb von unten eingerichtet. Die Trommelspindel t läuft in dem Kugel-Spurlager B — in Fig. 37 vergrößert dargestellt — und in dem elastisch beweglichen Kopflager K. Dieses ist durch den Gummipuffer-Stern $m\,m\,m$ mit der Kopfplatte O des Gestelles verbunden und es gewährt eben dieser Stern eine Nachgiebigkeit des Lagers in horizontaler Richtung derart, daß es der Trommel für den Fall einer ungleichen Vertheilung ihrer Ladung gestattet ist, sich um ihre — alsdann außerhalb der geometrischen Axe liegenden — Gleichgewichtsaxe zu drehen. In dieser elastischen Nachgiebigkeit unterscheidet sich die Fesca'sche Schleuder sehr vortheilhaft von allen anderen, indem dadurch ein Schutz vor den gefährlichen Wirkungen ungleicher Belastungen in hohem Maße gewährt wird.

Die Grundplatte G, durch drei Säulen mit der Kopfplatte O verbunden, bildet das feste Gestell der Schleuder. Diese Grundplatte wird mit ihren vier Augen $a, a, a\,a$ und untergelegten kleinen Gummiplatten auf einen hölzernen Schwellerahmen geschraubt; letzterer aber liegt auf dem Fußboden lose und ohne jede Verbindung mit demselben. Hierdurch wird das Gestell der Maschine vollständig von dem Fußboden isolirt und dadurch die Erschütterungen, welche dasselbe durch die schnelle Drehung der Trommel erhält, so vollständig aufgehoben, daß man diese Schleudern in jedem Stockwerke aufstellen kann, ohne eine Erschütterung des Gebäudes befürchten zu müssen.

Die Antriebwelle p mit Fest- und Los-Riemenscheiben r, r' läuft in den beiden Lagern p', p'' des Treibwerkgestelles P; dieses ist mit seiner Sohlplatte durch 4 Schlitzlöcher b, b derartig mit der Grundplatte G verschraubt, daß es auf dieser um einige Zoll verschoben werden kann, um hierdurch den halbverschränkten Treibriemen L nachspannen zu können, wenn er sich durch längeren Gebrauch etwas gedehnt hat. Der Riemen L treibt die mit der Axe t verbundene Riemen- und Bremsscheibe s; v ist der Handgriff der Doppelbremse, welche mit zwei Holzblöcken v', v' gegen den unteren Kranz der Scheibe s greift, um die Schleuder nach Beendigung der Safttrennung anhalten zu können. Der Ausrücker A befindet sich an der Hinterseite der Schleuder, und es werden hier mehre Schleudern von einem und demselben Arbeiter bedient.

S ist der Mantel oder die Sammeltrommel, welche den ausgeschleuderten Saft auffängt und bei s' abfließen läßt.

Das Beschicken der Schleuder geschieht durch die sogenannte Breikutsche, ein Gefäß, welches genau die für jede Trommel bestimmte Menge Brei faßt, und welches über die Schleuder gebracht und durch einen Schieber in die sich bewegende Trommel entleert wird.

Die Geschwindigkeit der Schleuder beträgt 1000 bis 1200 Umdrehungen in der Minute.

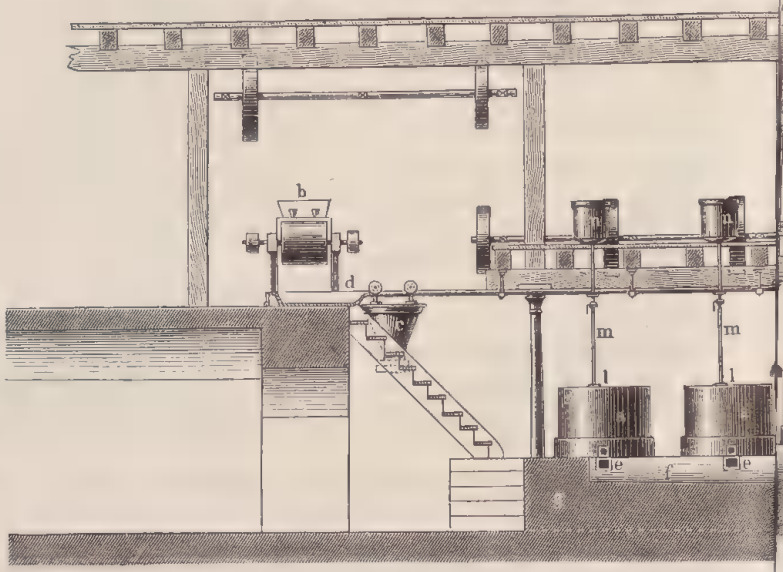
Die Art, wie mit den Schleudern gearbeitet wird, ergiebt sich klar aus der Betrachtung der Fig. 39, welche eine fabrikmäßige Aufstellung für diese Saftgewinnung im Längsschnitt durch das Fabrikgebäude darstellt.

$a, a, a \ldots$ sind zwei Reihen Schleudern, von denen jede Reihe mit einer Reibe b durch eine Breikutsche c in Verbindung steht. Die Breikutsche rollt auf

einer zweischienigen Hängeeisenbahn, einerseits über die ganze Reihe von Schleudertrommeln hin, andererseits bis unter die Schnauze *d* der Reibe *b*. Aus letzterer wird der mittelst Wasserauflauf verdünnte Brei mit Handschaufeln in die Breikutsche *c* geschoben, diese dann über diejenige Trommel gerollt, welche gefüllt werden soll und hier durch Ziehen des Schiebers rasch entleert. In dieser Weise wird der Reihe nach fortgefahren, wie die Trommeln nach Erschöpfung ihrer Ladung von den Rückständen befreit worden sind.

In den Lauftrommeln von gelochtem Eisenblech liegen lose Siebeinlagen, welche behufs gründlicher Reinigung alle 6 Stunden herausgenommen werden müssen. Dies geschieht durch Scheuern oder durch eine Stunde lang fortgesetztes

Fig. 39.



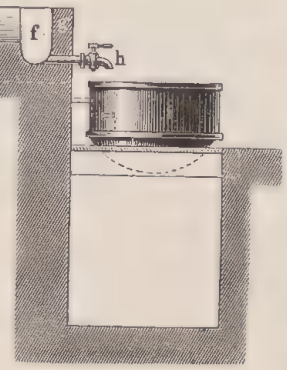
Kochen mit Wasser und Abspritzen. Nach dem Entleeren der Rückstände läßt man die Trommel leer „anlaufen“, bis sie etwa $^2/_3$ ihrer vollen Umlaufsgeschwindigkeit erreicht hat, wobei sich dann die Siebeinlage fast gegen die Trommelwand anlegt, bevor die Breiladung eingeschüttet wird. Der Brei wird augenblicklich mit Gewalt gegen die Wandung geschleudert, und verliert sofort einen großen Theil seines Saftes, der in feinen Tropfen zertheilt durch das Sieb geht und von dem Mantel gesammelt durch die Rinne *e, e, e* in eine Hauptsaftrinne *f* gelangt; diese ist offen und steht mit den Scheidepfannen *iii* durch Abflußhähne *h* in Verbindung, wozu natürlich die Hauptrinne *f* eine gewisse Geräumigkeit besitzen muß.

In Folge der feinen Vertheilung des ausgeschleuderten Saftes ist dieser ganz mit kleinen Luftbläschen erfüllt, und reichlich mit Schaum bedeckt, welcher die Arbeit sehr belästigt und den niederzuschlagen man in vielfacher Weise, jedoch ohne den gewünschten Erfolg, versucht hat. Jetzt wird allgemein dieser Schaum mit großen Kellen abgeschöpft und in eine derjenigen Trommeln eingeschüttet,

welche kurz zuvor eine Breiladung erhalten haben; hier entweicht der Saft aus dem Schaume, das Uebrige bleibt mit dem Trommelinhalt zurück.

Durch das Ausschleudern wird der Saft bei weitem nicht so vollkommen abgeschieden, wie durch das Pressen, und man würde in dieser Weise höchstens die Wirkung einer Vorpresse erzielen können, wenn man nicht in der Wasserzugabe ein Mittel besäße, den Saftrückhalt größtentheils durch Verdrängen, verbunden mit theilweiser Auslaugung, zu gewinnen. Man giebt also, nachdem der größte Theil des Saftes abgeschleudert ist, eine Wasserdecke, indem man Wasser aus den hochstehenden Meßgefäßen *nnn* mittelst der Hähne und Gummischläuche *mmm* durch die Brausen *lll* gegen den an der Innenseite der Trommel festliegenden

Fig. 40.



Breirückstand strömen läßt. Die Meßgefäße werden nach dem Wasserlauf stets wieder gefüllt und liefern also jeder Schleudertrommel eine genau bestimmte Menge Wasser. Man hat verschiedene mechanische Einrichtungen benutzt, um die Vertheilung des Wassers auf die ganze Höhe der drehenden Trommelwand zu sichern, ist aber davon zumeist wieder abgegangen und bewegt nur die Brause langsam und regelmäßig auf und ab, um alle Theile des Breirückstandes gleichmäßig durchdringen zu lassen. Nach Beendigung des Deckens läßt man die Trommel noch eine Zeit lang sich bewegen und hält sie dann mit der Bremse auf, um die Rückstände herauszunehmen; dieselben sollen, wenn die Entsaftung eine gute war, an keiner Stelle röthlich gefärbt erscheinen, was vielmehr einen Rückhalt an Saft anzeigen würde. Um Gewißheit über die gute Ausführung der Arbeit zu erhalten,

ist es durchaus geboten, häufig Zuckerbestimmungen mit den Rückständen auszuführen.

Die Menge des gewonnenen Saftes hängt zunächst von der Beschaffenheit des Breies, dann von der Geschwindigkeit der Drehung und endlich von der Sorgfalt und der Dauer des Ausdeckens ab; in letzterer Beziehung ist die angewandte Wassermenge, von der ein Theil zum Verdünnen des Breies auf der Reibe gebraucht wird, von wesentlichem Einfluß, doch wird auch hier, wenn eine gewisse höchste Wirkung erreicht ist, durch vergrößerten Wasserzusatz nur Saftverdünnung, nicht Mehrgewinn erzielt. Für die verschiedenen Verhältnisse und die gewünschte Grenze der Saftausbeute ist diese Wassermenge durch sorgfältige Versuche festzustellen. Auch ist die Stärke der Ladung von Einfluß auf den Erfolg der Arbeit, doch pflegt dieselbe mehr durch Rücksichten auf die Arbeitsmenge und auf die Sicherheit des Betriebes bestimmt zu werden. Man giebt nicht gern mehr als 75 bis 100 Klgr. Brei nebst dem entsprechenden Verdünnungswasser in eine Trommel. Bei größerem Gewicht der Ladung werden alle Theile durch die mit großer Geschwindigkeit sich bewegende Last in verhältnißmäßig weit höherem Maße in Anspruch genommen und die Gefahr, daß irgend eine schwache Stelle nachgeben und die Schleuder mit großer Gewalt zerrissen werden könnte, wächst entsprechend.

Je dünner auf der anderen Seite die Breilage an der Trommelwand ist, desto sicherer ist der Gang derselben und desto vollkommener die Entsaftung, allein desto geringer ist die verarbeitete Menge Rüben.

Der wirkliche Druck, welcher auf die einzelnen Breitheile ausgeübt wird, ist gegenüber dem Druck in den Pressen außerordentlich gering und beträgt nur wenige Atmosphären. Es kann also die Wirkung der Pressen durch Schleudern allein nicht ersetzt werden; das Decken, und zwar unter Anwendung von großen Mengen Wasser, bildet einen wesentlichen Theil dieses Entsaftungsverfahrens, und die Säfte, welche dabei erhalten werden, zeigen eine Verdünnung von 100 bis 120 Proz., d. h. statt 100, werden 200 bis 220 Theile Saft erhalten. Der Einfluß des Wassers sowohl in Bezug auf die durch dasselbe zugeführten löslichen Bestandtheile als auch auf die erhöhte Verdampfung im Verlaufe der Fabrikation wird dadurch bei weitem fühlbarer, als bei dem Preßverfahren, selbst beim größten Wasserzusatz.

Es mögen hier einige Angaben folgen, wie sie der großen Praxis einer möglichst vollständigen Saftgewinnung entsprechen:

Trommelhöhe 46 bis 50 Ztmr., Durchmesser 92 bis 100 Ztmr., Geschwindigkeit 1200 Umdrehungen.

Der Brei wird auf der Reibe mit 40 Proz. des Rübengewichtes verdünnt und von dem Gemisch zu jeder Ladung 110 Klgr. genommen, entsprechend rund 80 Klgr. Brei und 30 Klgr. Wasser.

Zum Decken jeder Ladung werden 75 Klgr., im Ganzen also 130 Proz. Wasser verwandt. Erst wird der Saft ablaufen gelassen und sowie dies anfängt langsamer zu geschehen, wird der von der Leitung abgeschöpfte Schaum in die Trommel geschüttet und dann das Deckwasser in einem Strahl aus einem schlitzförmigen Mundstücke des Schlauches unter langsamem Auf- und Abbewegen

zugegeben. Dieses Decken dauert 5 bis 6 Minuten, die Gesammtdauer vom Anlauf der ausgeleerten Trommel bis zum Wiederentleertsein derselben nimmt 20 Minuten in Anspruch. Die Verarbeitung einer Trommel in 22 Stunden beträgt 100 bis höchstens 120 Ztr. Rüben.

Die Gesammtverdünnung des erhaltenen gemischten Saftes ist, wie schon oben gesagt, 100 bis 120 Proz.; die Rückstände wiegen 30 bis 33 Proz. der Rüben.

Es möge noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß wie beim doppelten Preßverfahren zur Maische, so beim Schleuderverfahren zur Reibe auch das letzte Süßwasser der Filter benutzt werden und so die Menge des zu verdampfenden Wassers weiterhin vermindert werden kann. Eine andere Anwendung der Süßwasser werden wir später kennen lernen.

Vor dem Preßverfahren hat das Verfahren des Ausschleuderns zwei große Vorzüge voraus, nämlich eine bedeutende Ersparniß an Arbeitslöhnen und den Wegfall der Preßtücher und Preßbleche. Dazu kommt, dem einfachen Preßverfahren gegenüber, eine bedeutend vollständigere Saftgewinnung und im Vergleich mit der älteren unvollkommenen Preßsaaleinrichtung eine große Reinlichkeit bei der Arbeit. Es haben sich aber einerseits einige Uebelstände fühlbar gemacht, und es sind andererseits bei den Pressen Verbesserungen eingeführt worden, welche diese Unterschiede ziemlich ausgeglichen haben, so daß ein unbedingter Vorzug des einen vor dem anderen Verfahren kaum mehr ausgeprägt ist.

Rückstände. Die in den Schleudern verbleibenden Rückstände enthalten weit mehr Wasser, als diejenigen der Pressen, nämlich 84 bis 86 Proz. ihres Gewichtes; sie stellen etwa ein Drittel des Rübengewichtes dar. Man nimmt im Durchschnitt für Futterberechnungen ihre Zusammensetzung wie folgt für 100 Theile an.

Trockensubstanz 18,0; Organische Substanz 16,8; Asche 1,2; Proteinsubstanzen 1,0; stickstofffreie Extraktstoffe 12,2; Rohfaser 3,6. Nährstoffverhältniß 1 : 12,2.

Man kann für eine gute Arbeit den Zuckergehalt dieser Rückstände, wie ihn eine sorgfältige Untersuchung der ganzen Masse liefert, auf 2 bis $2^1/_2$ Proz. ihres Gewichtes, entsprechend 0,6 bis 0,7 Proz. vom Gewicht der verarbeiteten Rüben im Durchschnitt annehmen. Häufige und genaue Untersuchungen sind auch hier nicht genug zu empfehlen und können allein für die Verhältnisse jeder einzelnen Fabrik die ökonomisch beste Grenze feststellen lassen.

5. Die Entfaserung.

Die bisher betrachteten Saftgewinnungsverfahren liefern alle den Saft mit Fasern oder vielmehr mit Mark mehr oder weniger beladen. Die Trennungsmittel für die beiden Bestandtheile des Breies sind unvollkommen, wenn sie für den praktischen Betrieb rasch wirken sollen; sie sind außerdem, besonders bei Pressen, Beschädigungen ausgesetzt, welche eine verhältnißmäßig noch größere Menge Fasern mit in den Saft gelangen lassen. Bei dem Schützenbach'schen Verfahren ist

diese Fasermenge eine so beträchtliche, daß die weitere Verarbeitung der Säfte, wenn regelmäßig feiner Brei erzeugt worden war, dadurch erheblich litt, und man, wie schon oben bemerkt, sich genöthigt sah, den Brei eigens gröber zu reiben, um das Durchgehen der feinen Theile durch die Siebe zu verhindern. Dadurch wurde die Ausbeute natürlich bemerklich verringert, und es hat an Bemühungen nicht gefehlt, um eine praktische, einfache und doch wirksame Einrichtung herzustellen, welche die gewünschte Entfaserung wenigstens bis zu einem gewissen Punkte ermöglichte.

Noch eine andere Betrachtung deutet nicht weniger bestimmt auf dieselbe Nothwendigkeit: Bei der Scheidung gelangen die im Safte befindlich gewesenen Fasern in den Schlamm und, während sie hier ihren nachtheiligen Einfluß wohl am meisten äußern, erschweren sie die Schlammarbeit aus mancherlei Gründen. Einmal wird die Schlammmenge direkt nicht unerheblich vermehrt, wie der Versuch lehrt. Man braucht nur zu solchen Zeiten, wo nicht entfasert wird, und wo der Saft bemerklich mit Fasern beladen ist, den ausgepreßten Scheideschlamm mit viel Wasser zu verrühren und die sehr dünne Flüssigkeit durch ein feines Sieb laufen zu lassen, um ganz bedeutende Mengen Fasern auf dem Siebe zurückzuhalten. Es ist aber außerdem klar, daß diese Fasern im Schlamm weitaus nicht so entzuckert werden, wie bei der eigentlichen Saftgewinnung.

Die Menge der Fasern, welche der Saft enthalten kann, ist sehr verschieden, je nach den Einflüssen der Arbeitsweise und der sie zufällig oder regelmäßig begleitenden Umstände. Angaben über diese Menge zu machen, würde daher keinen Zweck haben; außerdem aber versteht man unter „Faser“ einen Stoff von, in den einzelnen Fällen, sehr verschiedenem Wassergehalt.

Jedenfalls ist die Entfaserung immer empfehlenswerth, wo sie ohne besondere Umstände, wenn auch nur unvollständig, ausgeführt werden kann.

Die einfachste Einrichtung besteht wohl in einem über einem flachen rinnenartigen Gefäße etwas geneigt aufgestellten und sich langsam drehenden zilindrischen oder vielkantigen Siebe. Der zu entfaserude Saft fließt am oberen Ende durch eine Leitung auf die Innenfläche des Siebes und geht entfasert durch die untere Rinne nach der Scheidung. Das Sieb nimmt durch seine Drehung den zurückgehaltenen Brei mit empor und wirft ihn in trockenerem Zustande nach einigen Umdrehungen in Folge seiner geneigten Stellung am unteren Ende in einen dazu vorhandenen flachen Kasten aus, wo man ihn von Zeit zu Zeit ausschöpft und zu den Pressen u. s. w. zurückbefördert. Diese Einrichtung ist sehr einfach, bedarf keiner Wartung und nur sehr wenig Fall. Die Wahl des Siebes ist durch die Menge der Arbeit geboten; man nimmt es so fein, daß es die gewünschte Arbeit noch verrichten kann; daß die feinsten Fasern nicht zurückgehalten werden, ist nach Obigem klar. Man könnte dieser Entfaserungsart vielleicht den Vorwurf machen, daß der Brei und auch wohl der Saft etwas lange der Luft ausgesetzt wird; allein bei raschem und stetigem Betriebe ist ein nachtheiliger Einfluß hiervon nicht wahrzunehmen. Bei kleinerem Betriebe stellt man einfacher, wenn der Fall genügt, einen Rahmen mit Sieb über die Scheidepfanne unter den Saftzulauf, und entfernt mittelst einer Kelle den Brei von Zeit zu Zeit, um ihn zu der Reibe

zurückzubringen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß man mit einem solchen Entfaserer sehr gut arbeitet.

Hier wie bei allen derartigen Vorrichtungen befreit man das Sieb leicht durch Anschlagen mit einem Holzstabe von den angesetzten Fasern; von Zeit zu Zeit ist bei allen Entfaserungsapparaten gründliches Abbürsten und Ausstreichen mit Kalk nothwendig, weshalb alle Theile leicht zugänglich sein müssen.

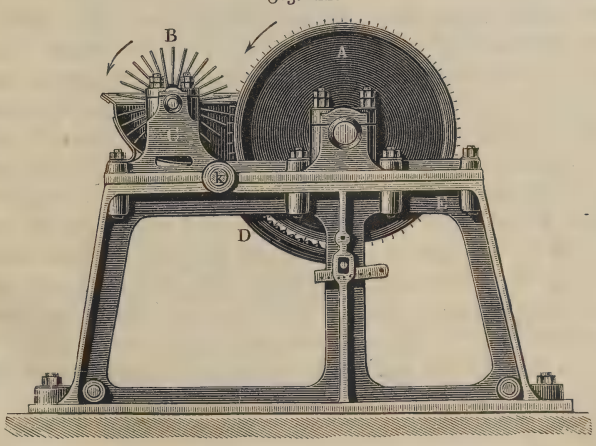
Der Lebinski'sche Entfaserer besteht in einem viereckigen, an Ketten etwas geneigt aufgehängten Rahmen mit seidenem Sieb, welcher durch einen Krummzapfen oder dergleichen mit 240 Umdrehungen in der Minute in eine heftig schüttelnde Bewegung versetzt wird, der Saft fließt aus der Rinne auf das Sieb und durch dasselbe in die Leitung zur Scheidepfanne, während die zurückgehaltenen Fasern über das schüttelnde Sieb hinweg in einen Behälter befördert werden.

Andere, in verschiedenen Fabriken benutzte Einrichtungen sind die Entfaserer von Linke, von Lintz u. a.

6. Das Walkhoff'sche Verfahren zum Entzuckern der Preßlinge.

Dieses Verfahren, welches die Gewinnung des Saftrückhaltes aus den Preßlingen von hidraulischen Hauptpressen zum Zwecke hat, besteht wesentlich aus zwei Theilen: der Zerkleinerung der Preßlinge (ohne Wasserzusatz) und der Auslaugung der erhaltenen Masse in einem besonderen geschlossenen Apparat.

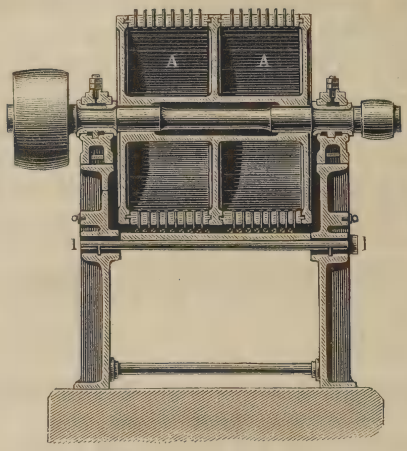
Fig. 41.



Zum Zerkleinern der Preßlinge dient eine dem Wolf der Spinnereien nachgebildete Maschine, welche diese Arbeit in der allervollkommensten Weise, freilich mit einem größeren Kraftaufwand, als meist angenommen wird, vollbringt. Die Figur 41 stellt diesen Wolf in der Seitenansicht dar: *A* ist eine hölzerne, mit

zahlreichen runden Stiften (von Stahl oder Eisen) besetzte Trommel, die sich in der Richtung des Pfeiles mit der Schnelligkeit einer Reibe dreht. *B* ist eine Welle, welche mit langen, messerartigen, schraubenförmig gestellten Armen versehen ist, und die sich so dreht, wie der Pfeil zeigt, um die Preßlinge dem Wolf entgegen zu führen. Ein Schieber bei *C* dient dazu, um im Falle Steine, Nägel oder dgl. in die Maschine gelangen, die Preßlinge, ohne dieselbe still zu stellen, entfernen zu können. *D* ist eine Art Gegenreibe, d. h. ein die Trommel theilweise umgebender, innen mit stählernen zahnartigen Widerständen besetzter Mantel, zwischen denen die Stifte der Trommel hindurchgehen. Dadurch wird bewirkt, daß das Zerzupfen in der durchgreifendsten Weise geschieht; jedes Rübenstückchen kommt in die kleinsten Theilchen zerrissen aus der Maschine hervor.

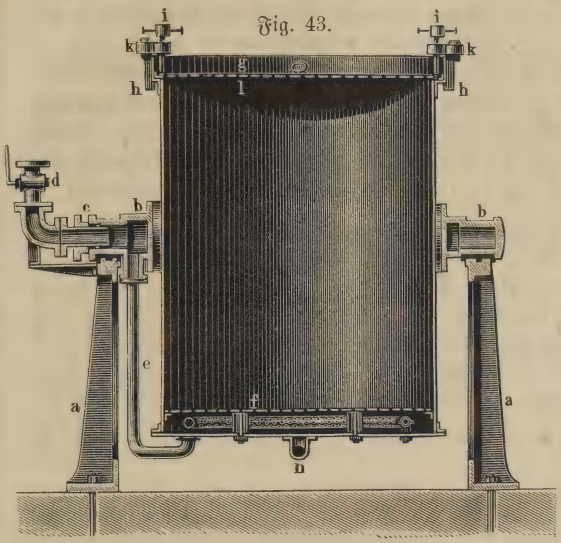
Fig. 42.



Das Ganze ist von einer passenden Haube bedeckt und umgeben; der Bolzen *l* kann zurückgezogen und dann die Gegenreibe drehend zurückgeschlagen und gereinigt werden. Walkhoff legt großes Gewicht auf die ununterbrochene Zuführung durch die Messerwelle *B*; außerdem ist die richtige Stellung der Gegenreibe, so wie stärkste Konstruktion dieser, wie auch der Trommel selbst, unbedingt nothwendig. Die Geschwindigkeit beträgt 600 bis 800 Umdrehungen. Durch diesen Wolf werden nun die von den Hauptpressen kommenden Preßlinge in einer Weise zerkleinert, die deren vollkommene Durchdringung und Auslaugung durch Wasser sichert. Sie erscheinen als ein überaus lockeres, flockiges Haufwerk, welches mit feuchten Sägespänen verglichen werden kann. Diese Masse kommt nun in den Auslaugeapparat, der im Wesentlichen aus einer der zu verarbeitenden Menge entsprechenden Anzahl von Kippgefäßen, Fig. 43 und 44, besteht, die mittelst der Axen *b* auf den Ständern *a* ruhen, so daß sie durch Umkippen leicht entleert werden können. Eine oder auch beide Axen sind durchbohrt und mittelst der Stopfbüchse *c* derart gedichtet, daß bei jeder Lage des Gefäßes das Wasser durch die Axe zirkuliren kann; *d* ist ein mit einem Zeiger versehener Hahn, durch den der Zufluß des Wassers aus einem höher gelegenen Behälter geregelt wird; es ist ziemlich gleichgültig, ob diese Höhe ein oder 10 Meter beträgt, nur muß der Hahn entsprechend gestellt werden. Das Wasser tritt durch die hohle Axe und das gebogene Rohr *e* in ein ringförmiges durchlöchertes Rohr und von da unter den Siebboden *f*, um von hier langsam und gleichmäßig in die Höhe zu steigen. *g* ist ein siebartiger und mit Handgriff versehener Deckel, welcher auf dem innerhalb des Gefäßes angebrachten ringförmigen Absatz *h* aufliegt und mittelst der Schrauben *ii* fest- und durch eine Einlage dicht gehalten wird. Die Schrauben

sind um die Bolzen *k* beweglich, um den Deckel *g* leicht herausnehmen zu können. *l* ist ein feines Metallsieb, welches, unter dem Deckel angebracht, das Fortführen auch von geringen Fasermengen vollkommen verhindert. Es ist nur lose aufgelegt und daher leicht zu reinigen.

Fig. 43.

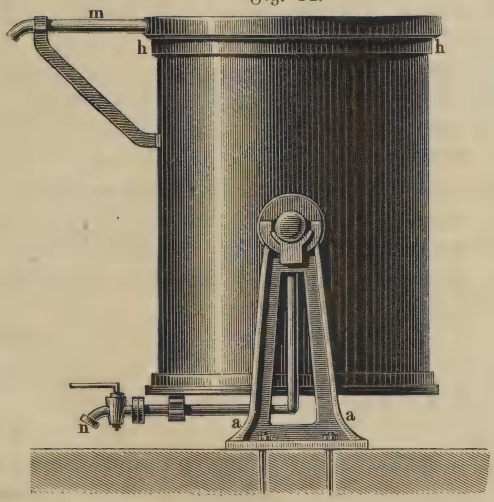


Das Rohr *n* mit Hahn dient dazu, um nach beendigter Auslaugung das Wasser rasch abzulassen, weßhalb man dieses Rohr zweckmäßig etwas weiter als hier gezeichnet, nimmt.

Am oberen Rande des Kippgefäßes befindet sich das Abflußrohr *m* für den Saft.

Es ist keineswegs gleichgültig, von welchem Durchmesser die Auslaugegefäße genommen werden, denn nach mehrfachen Beobachtungen ist bei sehr großem Durchmesser die Geschwindigkeit des durchsteigenden Wassers nicht überall gleich groß und in Folge davon die Auslaugung keine gleichmäßige. Ein Durchmesser von etwa 60 Zentimeter scheint der beste zu sein; mit einem solchen Gefäße verarbeitet man in 24 Stunden die Preßlinge von etwa 160 Ztr. frischen Rüben, so daß man für je 1000 Ztr. Rüben in 24 Stunden, 6 Auslaugegefäße von obiger Weite benöthigt. Die beste Wassertemperatur ist 20° C.; über 32° soll man nicht gehen, doch scheint letztere Angabe schon zu hoch zu sein.

Fig. 44.



Ein sehr wesentlicher Einwurf, welchen man dem Walkhoff'schen Verfahren gemacht hat, besteht in der Beschaffenheit der Rückstände. Dieselben betragen in Folge ihres hohen Wassergehaltes, etwa 40 Proz. vom Gewichte der

Rüben und scheinen wegen der bewirkten Auslaugung, namentlich durch das am Schlusse frei fortlaufende Wasser einen etwas geringeren Nährwerth zu besitzen, als die von den Pressen. Dieser letztere Einwand ist indessen keineswegs so fest begründet, daß demselben ein großes Gewicht beigelegt werden dürfte; dagegen zwang der Wassergehalt der Preßlinge wenigstens früher zu einer nochmaligen Auspressung. Obwohl man nun hierzu nur weniger Pressen bedarf und jetzt auch Walzenpressen dazu sehr leicht und wirksam würden angewandt werden können, so bietet doch die unterdessen an den Diffusionsrückständen und deren Aufbewahrung gemachte Erfahrung Analogien genug, um auch diesen Einwurf abzuschwächen.

Endlich sei der ziemlich starke Wasserverbrauch erwähnt, der zwar nicht entsprechend zur Verdünnung des Saftes beiträgt, wohl aber bei etwaigem Mangel an Wasser zu Bedenken Veranlassung bieten könnte. Indessen ist derselbe kleiner als bei irgend welchem anderen Verfahren, welches ähnliche Ausbeute ermöglicht und wird durch Verminderung der beim Verdampfen nothwendigen Kondensationswassermengen ausgeglichen. Ueberhaupt ist die Konzentration der schließlichen Säfte, da diese mit nicht über 15 Proz. Wasser verdünnt sind, in Betreff der ganzen weiteren Verarbeitung und namentlich der Verdampfung ein nicht zu unterschätzender Vorzug.

Schließlich mögen noch einige Notizen über den praktischen Betrieb des Verfahrens in einer deutschen, unter sehr einfachen Verhältnissen arbeitenden Fabrik hier Platz finden. Der Brei wird mit Wasserzulauf gepreßt; Verarbeitung 740 Ztr. in 24 Stunden; dazu dienen 6 Pressen und 6 Auslaugegefäße. Die Preßlinge werden durch den Wolf in vorzüglich feine Zertheilung gebracht. Die Auslaugegefäße arbeiten einzeln, ohne Verbindung unter einander; bei einer Saftschwere an den Pressen von 15 Proz. Ball., beginnt der Saft der Auslaugegefäße mit 12 Proz. zu laufen; der Wasserzutritt wird beendet, wenn der Saft noch 1,5 Proz. zeigt. Die Rückstände sind ziemlich ungleich naß, betragen 40 Proz. vom Gewicht der Rüben. Auspressung einer sorgfältig entnommenen Durchschnittsprobe ergab Saft von 0,5 Proz. Ball. Die Rückstände werden, ohne vorherige Auspressung auf einer Unterlage von Rübenkappen eingemietet und halten sich gut; die Säfte und Zucker der Fabrik lassen keine Verschiedenheit von denen anderer Arbeitsweisen erkennen.

7. Das Diffusionsverfahren.

Die Saftgewinnung durch Diffusion besteht in einer Verdrängung des Saftes der in schmale und dünne Streifen (Schnitzeln) verwandelten Rüben mittelst dünneren Saftes und Wasser, beide von bestimmter Temperatur und in bestimmter Reihenfolge. Das Wesentlichste des Verfahrens besteht darin, daß die Rübenschnitzeln erst durch Zufluß von heißem Saft oder Wasser auf 50 bis 60° gebracht und einige Zeit in dieser Wärme erhalten werden, worauf sie an kaltes Wasser, auf dessen Temperatur sie allmälig herabkommen, den Saft vollständig (im praktischen Sinne) abgeben. Natürlich tritt der Saft hierbei durch einen Vor-

gang aus den Zellen, der mit dem Namen Osmose oder Diffusion bezeichnet worden ist, d. h. es findet durch die Zellenwände hindurch ein Austausch zwischen Saft und Wasser oder verdünnterem Saft statt, in Folge dessen bei allmäligem Ersatz der äußeren Flüssigkeit, durch immer verdünnteren Saft und schließlich durch reines Wasser, der Gehalt der Rübenzellen an löslichen Stoffen nach außen geführt wird.

Folgendes sind die wesentlichsten Vorgänge bei der Saftgewinnung durch Diffusion.

1) Die Rüben werden in Schnitzeln, d. h. in Streifen oder Bänder von passender Größe, im Allgemeinen von möglichst geringer Dicke bei geringer Breite und beliebiger Länge, zerschnitten.

2) Diese Schnitzeln werden der Wirkung der Diffusion — Erschöpfung durch Austausch der Säfte verschiedener Dichten — in mehren Perioden und während einer hinreichend langen Zeit unterworfen, indem nach jedem einzelnen Zeitabschnitte die erzielten Säfte durch andere von immer geringerer Dichte als die in den Zellen verbliebenen ersetzt werden; dies wird bis zur möglichsten Erschöpfung der Schnitzeln fortgeführt.

3) In der ersten Periode werden die Schnitzeln auf einen solchen Temperaturgrad erwärmt, daß dadurch zwar der Saftaustritt befördert, die Saftbeschaffenheit aber nicht benachtheiligt wird. Ist der gewünschte Temperaturgrad einmal erreicht worden, so geht die weitere Diffusion in abnehmender Wärme und endlich kalt vor sich.

4) In keinem Falle darf die Erwärmung des Saftes, durch welchen stets die Uebertragung der höheren Temperatur auf die Schnitzeln vermittelt wird, in den Auslaugegefäßen selbst vorgenommen werden; es dienen dazu vielmehr abgesonderte eigene Wärmepfannen oder zu erwärmende Rohrleitungen.

Es soll nun zunächst die Ausführung der einzelnen Theile des Verfahrens im Allgemeinen beschrieben werden, und zwar derjenigen Arbeitsweise, welche das ältere Robert'sche Diffusionsverfahren bildet, da hierdurch das Verständniß, auch der später zu beschreibenden Abänderungen, am besten ermöglicht wird.

Die Schnitzeln werden in der Schnitzelmaschine hergestellt, welche in der Hauptsache aus einem oder zwei Fülltrichtern besteht, deren Boden aus einer mit passenden Messern besetzten, sich rasch drehenden Scheibe gebildet ist. Die im Fülltrichter befindlichen und nachsinkenden Rüben werden so in Streifen von etwa 1 Millimeter Dicke und 6 bis 10 Millimeter Breite zerschnitten. Je dünner diese Schnitzeln sind, desto vollkommener wird der Saft ausgezogen; je schmäler sie sind, in desto zweckmäßigerer Weise lagern sie sich beim Auslaugen übereinander. Die Schnitzeln sollen möglichst lang und nicht in kleine Stücke zerrissen sein, was das Durchfließen des Saftes hindern würde.

Die Schnitzeln werden in die Behälter der Diffusionsbatterie gebracht und hier der Einwirkung der höheren Temperatur und der weniger dichten Flüssigkeiten ausgesetzt. Diese Behälter sind eiserne Zilinder, welche außer mit zwei Mannlöchern, einem oberen zum Einfüllen und einem unteren zum Entleeren der Schnitzeln,

mit einer Anzahl Leitungen und den dazu gehörigen Ventilen versehen sind. Diese dienen dazu, um den Saft aus dem untersten Theile jedes Zilinders in den oberen des nächststehenden zu führen („Uebersteiger"), ferner um jedem Zilinder Wasser oder Saft zu- und daraus Saft nach verschiedenen Punkten abzuleiten. Die Größe wird verschieden genommen, und zwar für die Aufnahme von 18 bis 50 Ztr. Rübenschnitzeln wechselnd. Der Behälter für das Auslaugewasser steht 6 bis 10 Meter über der Batterie; außerdem sind 2 oder 3 Wärmpfannen vorhanden, welche in der Nähe und etwa 1 bis 2 Meter über der Batterie aufgestellt sind. Die gleichmäßige, genau bestimmte und demnach sorgfältig inne zu haltende Erwärmung der Schnitzeln in den Diffusionsgefäßen wird dadurch erreicht, daß man diese gleichzeitig mit Schnitzeln und Saft befüllt; wobei man die Arbeit so einzurichten hat, daß bei Beendigung der Füllung auch das richtige und ein- für allemal festgestellte Verhältniß zwischen den im Zilinder befindlichen Schnitzeln und der Flüssigkeit erreicht wird. Die ursprüngliche Vorschrift in dieser Beziehung lautet auf 25 Pfund Rüben und 31 Pfund Wasser oder Saft auf den österreichischen Kubikfuß Zilinderraum; doch finden in den verschiedenen Fabriken von diesen normalen Verhältnissen geringere oder größere Abweichungen statt. Die Temperatur der Wärmflüssigkeit (Rübensaft, oder zu Anfang der Arbeit Wasser) richtet sich nach dem Verhältniß von Flüssigkeit und Rüben, sowie nach dem Zustande und der Temperatur der letzteren; sie wechselt zwischen 75 und 95°.

Unmittelbar nach dem Füllen muß das Gemisch von Flüssigkeit und Schnitzeln eine solche Temperatur haben, daß die Diffusion zwar soviel wie möglich befördert wird, der Saft selbst aber keinen Schaden leidet. Als die zu erzielende Mitteltemperatur in diesem Gemische ist 50° C. anzusehen. Diese, sowie das die Temperatur beim Saftanwärmen bestimmende Verhältniß zwischen Flüssigkeit und Schnitzeln wird bedingt durch die zu erreichende gewünschte Dichtigkeit des Saftes, durch die Auslaugegrenze, die Stärke der Arbeit und häufig durch die Beschaffenheit der Rüben oder auch die Dimensionen der Schnitzeln selbst.

Nach der Füllung bleibt die Masse im Zilinder eine bestimmte Zeit (20 bis 30 Minuten) in Ruhe, um der Diffusion Zeit zur Wirkung zu lassen; darauf wird der Saft abgezogen und mehrmals durch immer weniger dichten Saft, zuletzt durch Wasser verdrängt, und zwar geschieht dies so oft, bis der Saft aus den Zellen so vollkommen wie man es wünscht, entfernt und durch Wasser ersetzt ist. Während dieser Arbeit ist die Temperatur eine abnehmende, bis sie auf diejenige des Auslaugewassers gekommen ist, welche 15 bis 20° C. betragen soll. Ist der gewünschte Grad der Erschöpfung erreicht, so wird erst der Wasserrückhalt entleert und dann die Schnitzeln entfernt, um frischen Platz zu machen.

Betrachtet man den Vorgang in einem Zilinder einer im Gang befindlichen Batterie genauer, so findet derselbe in folgender Weise statt: Von der Schnitzelmaschine wird die bestimmte Ladung eingefüllt, während gleichzeitig der Wärmsaft mit der gewünschten Temperatur aus der Wärmpfanne zufließt. Ist der Zilinder gefüllt, so bleibt er geschlossen die bestimmte Zeit stehen und nun wird eine Menge Saft, der jetzt am dichtesten ist und Scheidesaft heißt, nach der Scheidepfanne „abgezogen". Gleichzeitig wird der entfernte Saft durch solchen

aus dem folgenden, dem zweiten Zilinder ersetzt, welcher wieder Ersatz aus dem dritten empfängt u. s. w. Es wird also der Saft derjenigen Batterie, die wir uns aus 10 mit einander durch Uebersteigrohre (Leitungen vom unteren Theile eines Zilinders in den oberen des folgenden) verbundenen Zilindern bestehend denken, durch den auf den Inhalt des letzten, zehnten, wirkenden Druck des hoch stehenden Wasserbehälters und das hieraus nachfließende Wasser vorgeschoben, und zwar so lange, bis der Saftinhalt des ersten, kürzlich gefüllten, in die Scheidepfanne gelangt ist. Dann ist der Saftinhalt eines jeden Zilinders in den folgenden übergegangen, und zwar durch den Wasserdruck, welcher auf den zehnten Zilinder gewirkt hat.

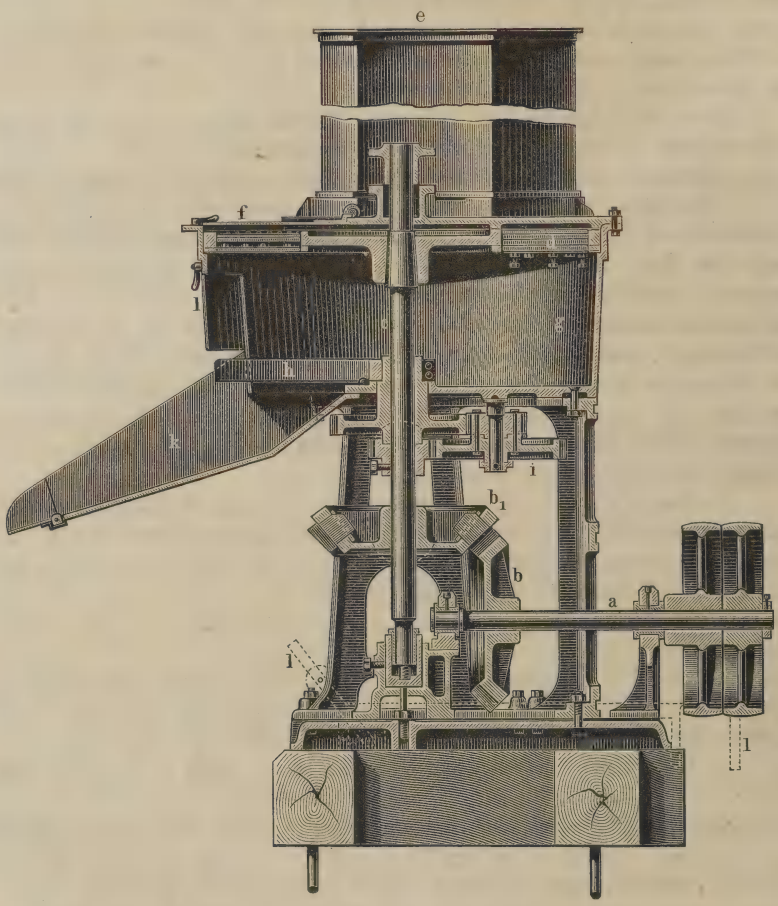
Man erkennt, daß der Scheidesaft aus dem ersten Zilinder entfernt ist, daran, daß ein genau bestimmtes Maß desselben in der Scheidepfanne vorhanden ist; in diesem Zeitpunkte wird der Abfluß geschlossen und dagegen die Leitung von dem ersten Zilinder nach der Wärmpfanne geöffnet, wohin nun der fortwirkende Wasserdruck ein gleiches Quantum Saft aus dem ersten Zilinder befördert; hier wird dieser Saft, der natürlich um einige Prozente schwächer ist, als der vorhergehende Scheidesaft, auf die gewünschte Temperatur gebracht; dies ist der Saft, mit welchem alsdann die frischen Schnitzeln gemischt und auf die zur Diffusion nothwendige Temperatur gebracht werden. Zur Zeit, wo dies geschieht, ist dann der bisher erste Zilinder zum zweiten geworden und der neue Zilinder, der nun der erste wird, erhält seine Füllung aus Schnitzeln und aus Saft, der von dem nunmehr zweiten Zilinder stammt und der inzwischen in der Wärmpfanne auf die nöthige Temperatur gebracht worden ist.

Der bis dahin in der Reihe zehnte Zilinder hat, wie gesagt, zweimal frisches Wasser erhalten, einmal zum Vorschieben des ganzen Inhaltes der Batterie behufs Beförderung des Scheidesaftes aus derselben nach der Scheidepfanne, und einmal behufs Beförderung des folgenden, zu erwärmenden Saftes nach der Wärmpfanne. Nunmehr wird dieser Zilinder von der Verbindung mit der übrigen Batterie durch Schließen des Uebersteigeventils abgesondert; die Verbindung mit dem Wasserbehälter wird ebenfalls gesperrt und durch Oeffnen des Lufthahnes und des Ablaßventils erst der flüssige Inhalt (fast reines Wasser) und dann durch Oeffnen des unteren Mannloches auch der feste Inhalt (ausgelaugte Schnitzeln) entfernt, der Zilinder wird gereinigt und tritt dann, indem er der Reihe nach wieder mit Schnitzeln gefüllt wird, demnächst als erster wieder in die Batterie ein. Unterdessen ist der Wasserbehälter mit dem nächstfolgenden, bisher neunten Zilinder verbunden (das Wasser auf denselben „gestellt“) worden, und dieser ist nunmehr, da auch andererseits ein frischer Zilinder hinzugenommen worden ist, nun der zehnte und so weiter. Sollen stets zehn Zilinder zu einer Batterie verbunden arbeiten, so müssen mindestens elf, bequemer zwölf vorhanden sein, damit einer oder zwei zum Entleeren und Reinigen frei sind. Man arbeitet, je nach den Verhältnissen, auch wohl mit acht Zilindern, andererseits verlangen die neueren Verbesserungen für möglichste Entsaftung deren zwölf bis dreizehn; im letzteren Fall sind meist sechzehn vorhanden, von denen zwölf oder dreizehn zur Batterie verbunden sind.

Wenn man mit dem Füllen eines Zilinders mit Schnitzeln und Wärmsaft

warten wollte, bis der von dem vorhergehenden nach der Wärmpfanne gedrückte Saft die erforderliche Temperatur erlangt hat, so würde viel Zeit unnütz verloren gehen; man bedient sich daher zweier Wärmpfannen und nimmt zum Füllen nicht den Saft des unmittelbar angrenzenden zweiten, sondern den Saft desjenigen Zilinders, der bei der vorhergehenden Operation der zweite gewesen war. Es

Fig. 45.

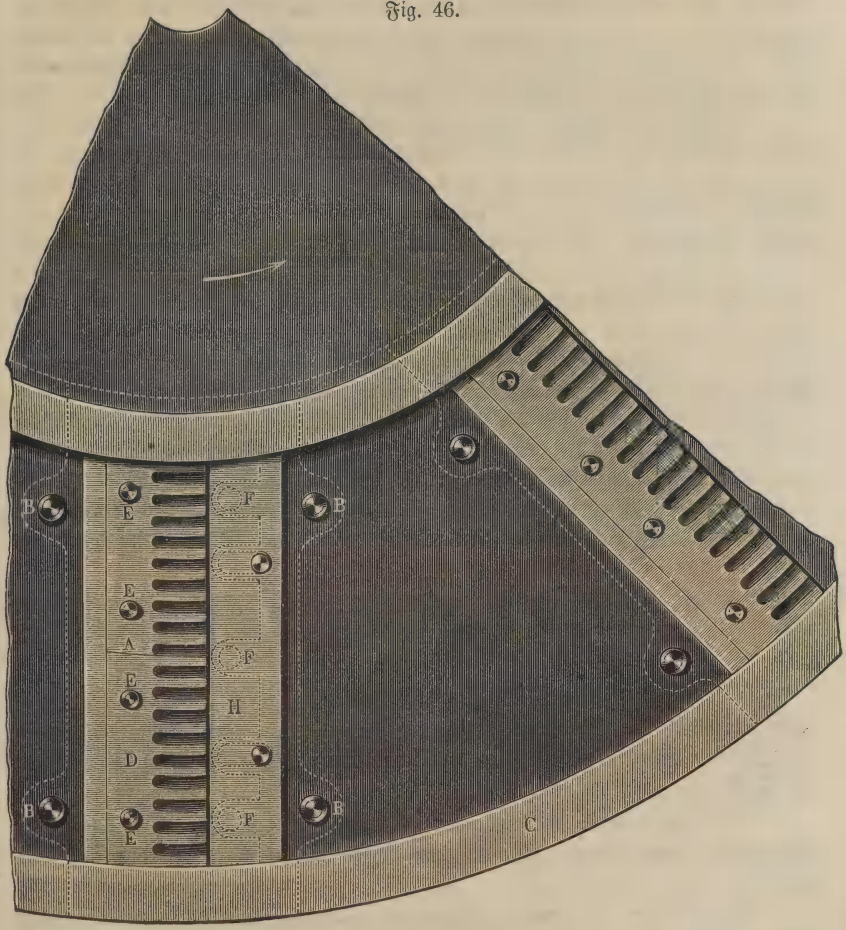


macht dies bloß eine Aenderung in der Arbeit beim Beginnen nöthig; ist dieselbe einmal im Gange, so kann man also gleichzeitig aus dem zweiten Zilinder Saft nach der einen Wärmpfanne drücken, und aus der anderen Wärmpfanne denjenigen der früheren Operation mit den frischen Schnitzeln mischen, während man sonst hiermit hätte warten müssen, bis der neue Saft in der Wärmpfanne vollends angekommen wäre und seine Temperatur hier erlangt hätte. Dies ist der Grund, warum zwei Wärmpfannen vorhanden sind. Erhalten nun die

Schnitzeln im neuerdings gefüllten Zilinder nicht den Saft aus dem unmittelbar vorhergehenden, so erhalten sie doch stets den gleichartigen, nämlich den zweiten Saft, der also von dem vorvorhergehenden, während des frischen Füllens schon zum dritten gewordenen Zilinder stammt.

Nach dieser allgemeinen Darlegung haben wir nun zuvörderst die Herstellung

Fig. 46.



der Schnitzeln näher zu betrachten. Die Schnitzelmaschine ist in der Fig. 45 im Durchschnitt in $^1/_{24}$ und ein Theil der Schneidescheibe in Fig. 46 in $^1/_5$ der natürlichen Größe dargestellt.

Die horizontale Betriebswelle *a*, welche Los- und Fest-Riemenscheibe zum Aus- und Einrücken besitzt, überträgt mittelst des konischen Holz-Eisen-Getriebes bb_1 die Kraft auf die vertikale Spindel *c* und durch diese auf die Schneide- oder Schnitzelscheibe *d*. Die Spindel *c* ist oben vermittelst einer Stopfbüchse in der

Deckplatte, unten in einem durch eine Stellschraube vertikal verstellbaren Spurlager genau geführt. Diese Verstellbarkeit ist äußerst wichtig, da die Schnitzelscheibe stets genau unter der unteren, sorgfältig bearbeiteten Fläche der Deckplatte vorbeistreichen muß, um ein Durchreißen größerer Rübenstücke zu vermeiden. Die Schnitzelscheibe trägt in acht Ausschnitten die zum Zerschneiden der Rüben dienenden Messer. Zur dauerhaften Befestigung dieser Scheibe ist deren Nabe konisch gebohrt und umschließt genau den an der Spindel befindlichen Konus, auf welchem sie mittelst Feder und Stellschraube befestigt ist. Auf der oberen Deckplatte der Maschine sind zwei Einwurfstrichter *e* angebracht, in welchen die Rüben zugeführt werden. Die Höhe dieser Trichter ist von der Oertlichkeit abhängig; sie soll aber wenigstens 1,25 Meter betragen, da die Rüben für eine gute Arbeit der Maschine mit einer gewissen Kraft an diese angedrückt werden müssen. Zur Erleichterung des Auswechselns der Schnitzelmesser ist die Deckplatte vorn bei *f* offen und durch eine Klappe verschlossen. Die Scheibe bewegt sich in einem geschlossenen, auf 3 Ständern ruhenden gußeisernen zilindrischen Gehäuse *g*, auf dessen Boden ein Arm *h* vermittelst des doppelten Vorgeleges *i* mit einer Geschwindigkeit von etwa einem Viertel von derjenigen der Messerscheibe sich dreht und die geschnittenen Schnitzeln fortwährend dem Auswurftrichter zuführt, unter welchem die Schnitzelwagen angefahren werden, die von hier die Schnitzeln nach dem oberen Mannloch der Diffusionszilinder befördern. Wie die Klappe *f* der Deckplatte, so dient auch die Thür *l* in dem vorderen Theil des Gehäuses beim Aus- und Einsetzen der Messer. Der Trichter *k* besitzt vorn eine Klappe, welche geöffnet eine Verlängerung des Trichters bildet, geschlossen das Herausfallen der Schnitzeln während des Wagenwechselns verhindert. Bei größeren Pausen legt man den Betriebsriemen auf die Losscheibe und setzt so die Maschine in Ruhe.

Die Messerscheibe macht etwa 160 Umdrehungen in der Minute und schneidet in diesem Falle 2000 Ztr. in 20 Stunden; durch vermehrte Geschwindigkeit kann diese Arbeit auf 3000 Ztr. und mehr gebracht werden.

Bei der jetzt beliebten Messerkasten-Einrichtung werden die Schnitzelmesser nicht direkt auf ihre Stelle unter der Scheibe an diese festgeschraubt, sondern in besonderen Kasten vorher befestigt und sorgfältig gestellt, und dann diese Kasten an die Scheibe festgeschraubt.

Die genaue Form der Schnitzeln, namentlich ihre Dicke wird durch eine Gegenschiene oder Vorlage bestimmt, die durch Schrauben genau eingestellt werden kann.

Diese Schiene oder Vorlage kann auch in horizontaler Richtung verschoben werden, wenn dies die Abnutzung der Messer bedingt; dazu dienen Schlitze mit einer Stellschraube.

Um mittelst der (einfachsten, sogenannten) Fingermesser Schnitzeln von möglichst gleicher Dicke zu erzielen, ist es Bedingung, daß die Messer der Schnitzelscheibe untereinander von gleicher Höhe sind. Um dieses festzustellen, dient am zweckmäßigsten eine gußeiserne gehobelte Richtplatte von 400 Millimeter Länge und 250 Millimeter Breite und die nöthige Anzahl Richtlehren von 3 Millimeter bis 7 Millimeter Dicke. Je nach dem Grade der Abnutzung der Messer wird die entspre-

chende Richtlehre gewählt, auf die Platte gelegt und so jedes einzelne Messer in seiner Höhe untersucht. Zu hoch oder zu tief stehende Messer oder Finger werden auf einem Ambos durch Richten mit dem Hammer in die gewünschte Höhe gebracht (Fig. 47).

Fig. 47.

Für Messer, welche auf Messerbalken festgenietet sind, erhält die Richtplatte zwei Löcher zum Eintritt der Balkenstifte und die nöthige Höhe wird durch eine starke Unterlegplatte hergestellt (Fig. 48).

Fig. 48.

Um glatte, möglichst wenig zerrissene Schnitzeln zu erzielen, sind bestimmte Schnittwinkel der Messer erforderlich, wobei auch auf die nöthige Stetigkeit derselben Rücksicht genommen werden muß. Da nun durch mehrfaches Richten und Schärfen der Messer die bewährte Normalform derselben leicht verloren gehen kann, so ist es nöthig, eine Normalschnittlehre nebst einem Schnittwinkel zu haben, nach welchen regelmäßig sowohl die Form der Messer als auch deren oberer und unterer Schnittwinkel herzurichten sind. Der untere Schnittwinkel kann durch Schleifen fertig hergestellt werden, der obere hingegen bedarf meistentheils der Nachhülfe mit einer flachen Schlichtfeile.

Bei weichen saftigen Rüben soll die obere Schnittfläche der Messer schmal gehalten werden, bei harten holzigen hingegen muß das Messer stetiger sein und die Schnittfläche ist daher etwas breiter zu halten.

Bei sehr holzigen oder gefrorenen Rüben sind außergewöhnlich starke Fingermesser (Eismesser) mit gutem Erfolg verwendet worden. Der obere wie der untere Schnittwinkel werden hier durch Schleifen fertig gestellt.

Obwohl jetzt meistens statt der früheren 2 bis $2^1/_2$ Millimeter dicken Fingermesser nur solche von 3 und 4 Millimeter angewendet werden, so findet doch öfters ein Durchbiegen der einzelnen Finger, namentlich durch das Auffallen der Rüben während des Betriebes statt und man hat daher oft Veranlassung, das Wiederaufrichten derselben zu bewerkstelligen, ohne sie aus der Scheibe und Ma-

schine herauszunehmen. Dies geschieht, wie Fig. 49 zeigt, indem man die einzelnen Finger aufbiegt, oder indem man sie nach Fig. 50 mit Untersetzer und Hammer emporrichtet. In beiden Figuren erkennt man die mit den Kasten in

Fig. 49.

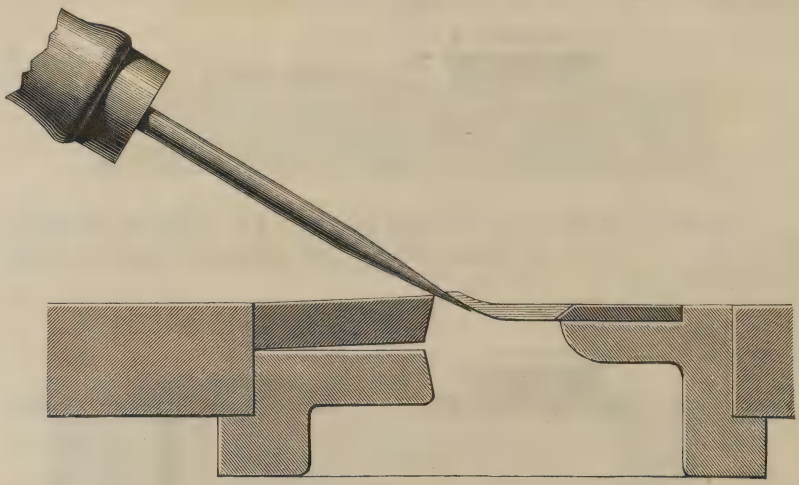
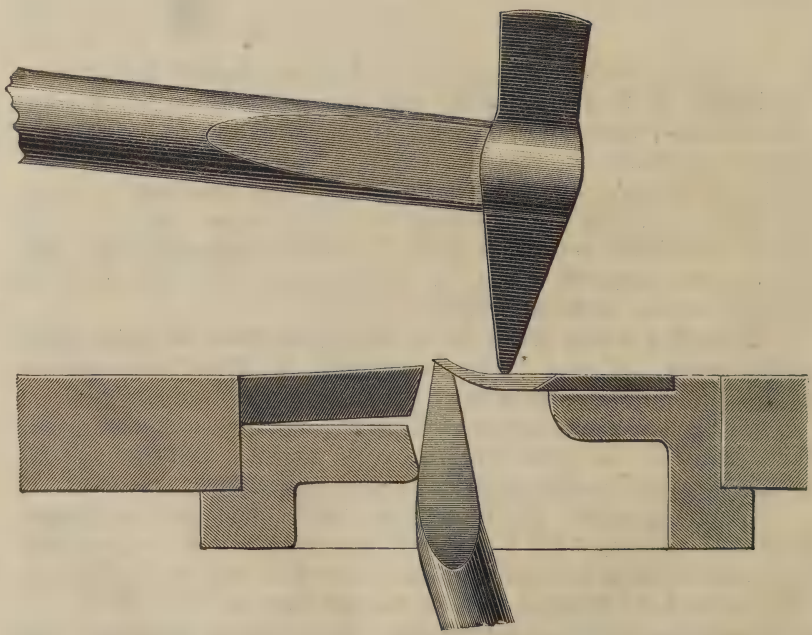


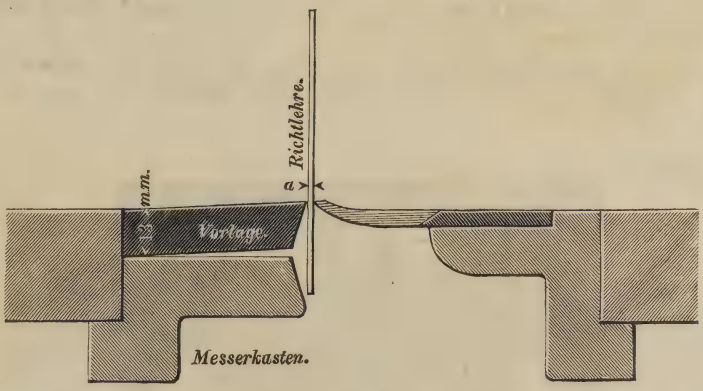
Fig. 50.



die Scheibe eingesetzten Messer. Auch ein theilweises Anschärfen des oberen Schnittwinkels der Messer in der Schnitzelmaschine mit einer flachen Schlichtfeile läßt sich ausführen.

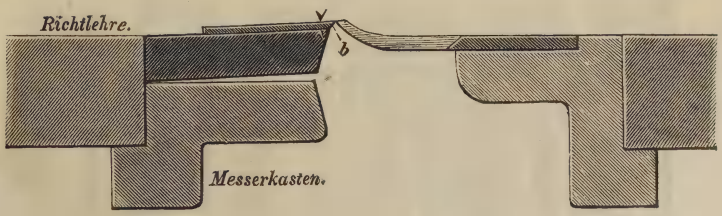
Was die Stellung der Vorlage den Messern gegenüber anbetrifft, so richtet sich der Abstand *a*, Fig. 51, der Vorlage von der Messerkante, sowie das Ueber-

Fig. 51.



stehen der oberen Schnittfläche des Messers über der Oberkante der Vorlage (*b*), Fig. 52, nach der Art der zu verarbeitenden Rüben und nach der Stärke, von welcher die Schnitzeln gewünscht werden. Frisch vom Felde kommende Rüben verlangen schärfere Messer und schmälere Schnittflächen, sowie engere Stellung der Vorlagen, als solche, die aus den Mieten kommen, oder solche, die holzig oder gefroren sind. Für die erstere Einstellung bedient man sich einer Richtlehre *a*

Fig. 52.



von $^1/_2$ oder 1 Millimeter, für letztere einer solchen von $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Millimeter Dicke. In der Regel beträgt bei den Fingermessern der Abstand *a* zwischen der Vorlage und der Messerkante $^1/_2$ Millimeter und die Entfernung *b* der oberen Schnittflächen des Messers über der Oberkante der Vorlage $1^1/_2$ Millimeter. Die stellbaren Vorlagen der Messerkasten biegen sich in Folge des Anschraubens leicht durch und man erhält dann ungleiche starke Schnitzeln; um dies zu vermeiden, sind Vorlagen von Stahl von 13 Millimeter und gehärtet, vielfach mit Vortheil angewendet worden.

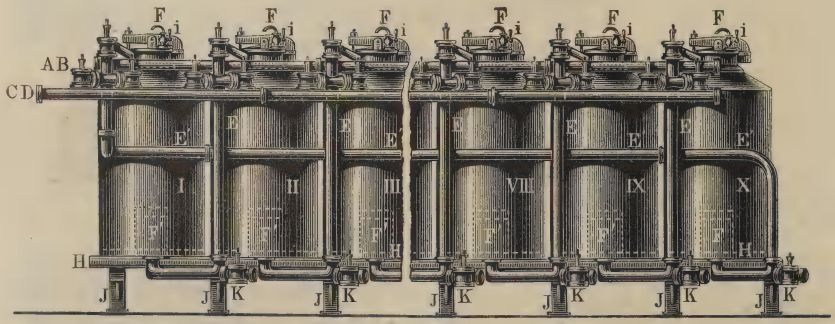
Andere Formen als die Fingermesser verdanken ihre Entstehung zunächst dem Wunsche, die Leistungsfähigkeit der Maschine zu erhöhen, welche bei diesen natürlich nur mit der halben Länge der Messer wirksam ist. Außerdem reißen diese Messer Stücke aus den Rüben und man hält noch zum Theil den Saft von Schnitzeln mit eingerissenen Kanten für unreiner als den von solchen mit glatter und unzerrissener Oberfläche (was jedoch keineswegs erwiesen ist). Endlich haben die in feine Klingen getheilten Messer nur geringe Widerstandskraft gegen darauf fallende Steine, Holz u. s. w.

Von den zahlreichen Messerformen, die versucht worden sind, haben die in Fig. 53 abgebildeten großen Beifall gefunden. Sie schneiden zwar ebenfalls nur

Fig. 53.

mit der halben Länge, aber sehr glatte, lange, und gleichmäßige Schnitzeln von schönem Ansehen, und die jedenfalls den Vorzug haben, daß sie sich in Folge ihrer

Fig. 54.



Länge so ungleichmäßig aufeinander legen, daß sie das Auslaugewasser leicht durchlassen. Diese Messer leiden wenig durch Steine, verstopfen sich dagegen um so schneller durch Fasern, so daß sie bei holzigen Rüben gar nicht angewandt werden können.

Ich lasse nun die Beschreibung der einfacheren Robert'schen (s. die betreffende Bemerkung S. 89) Diffusionsbatterie folgen, und lege dabei die Zeichnung einer

in einer Reihe aufgestellten Batterie von 10 Zilindern zu Grunde. Die Figuren 54 und 55 stellen Aufriß und Plan der Batterie und Fig. 56 einen Durchschnitt eines einzelnen Gefäßes dar, wobei gleiche Buchstaben gleiche Theile bezeichnen.

I bis *X* sind die Gefäße der Batterie; sie sind mit zwei Mannlöchern versehen, einem oberen *F* zum Einfüllen der frischen, mit einem unteren *F'* zum Entleeren der ausgelaugten Schnitzeln.

Beide sind mit dichten und leicht zu handhabenden Verschlüssen ausgestattet.

A ist die Rohrleitung für den von den Wärmpfannen kommenden Saft;

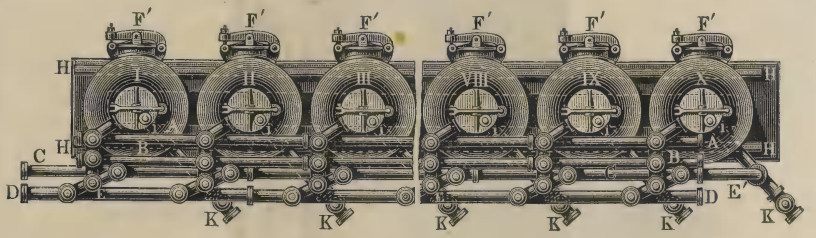
B die Wasserleitung, in Verbindung mit einem hochstehenden Behälter;

C die Leitung nach den Wärmpfannen;

D die Leitung nach den Scheidepfannen.

Alle diese Leitungen münden im oberen Theile der Gefäße, mit welchem sie durch die entsprechenden Ventile und die Ansatzröhren unterhalb des oberen Mann-

Fig. 55.



loches in Verbindung stehen. Ferner ist der untere Theil eines jeden Gefäßes mit dem oberen des folgenden durch den Uebersteiger *E* in Verbindung, welcher ebenfalls durch ein oben befindliches zugehöriges Ventil verschlossen oder geöffnet wird. Durch die Uebersteiger tritt der Saft aus *I* nach *II*, aus *II* nach *III* und so weiter; um ihn von *X* nach *I* zu bringen, ist die Uebersteigleitung E_1 vorhanden, welche durch das Ventil *E* (I) geschlossen ist.

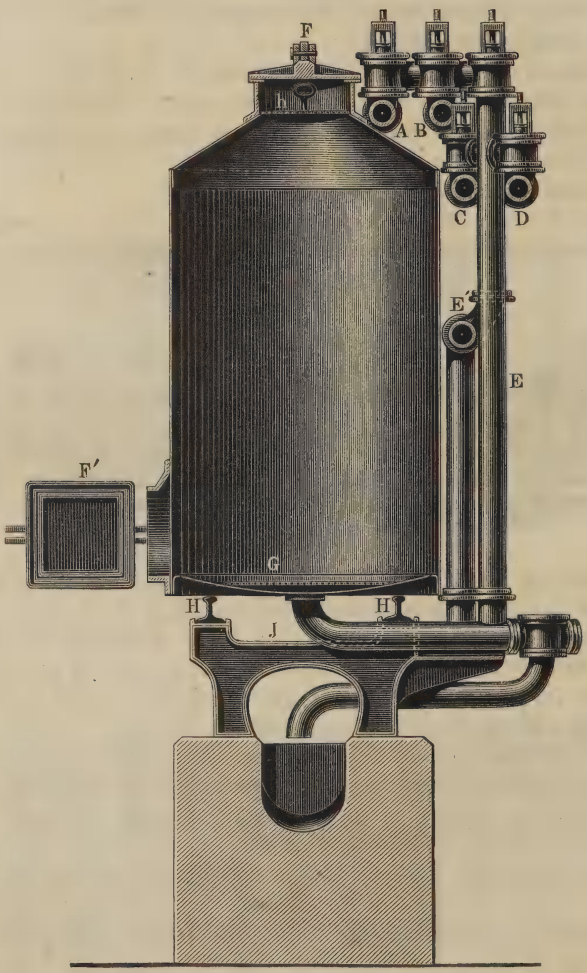
Durch die Uebersteiger findet ferner die Verbindung des unteren Theils der Gefäße mit den vorher bezeichneten verschiedenen Leitungen statt, wozu die betreffenden Ventile am oberen Theile des nächstfolgenden Gefäßes benutzt werden.

Die Uebersteigleitungen sind über das zweite Knie hinaus etwas verlängert und tragen hier die Ablaßventile *K*, durch welche die in den Gefäßen nach Beendigung der Diffusion zurückbleibende Flüssigkeit entleert wird. Die Ablaßventile können durch eine an der Spindel befindliche Stange ebenfalls von oben gestellt werden. Im Innern des Gefäßes befindet sich das untere Sieb *G*, und das obere, während des Einfüllens herauszunehmende *h*; auf dem Mannlochdeckel der Lufthahn *i*.

Man erkennt, daß die Leitung *C* mit den Ventilen *C* (*I* bis *X*) dazu dient, den anzuwärmenden Saft von den Gefäßen nach den (etwas höher stehenden) Wärmpfannen zu leiten, während die Leitung *A* den angewärmten in die Gefäße durch die Ventile *A* (*I* bis *X*) leitet, um hier mit frischen Schnitzeln gemaischt zu werden.

Die Ableitung des hinreichend konzentrirten Saftes („Scheidesaft", auch wohl unpassend „Dicksaft") nach den Scheidepfannen geschieht durch *D*; wie man sieht (Fig. 56) liegt diese Leitung etwas tiefer als *A* und *B*. Sie empfängt

Fig. 56.



daher ihren Saft vermittelst des Uebersteigers *E*, bei geschlossenem Uebersteigventil, so zwar, daß, um den Scheidesaft von *I* abzuziehen, das Ventil von *D* bei II, welches hier mit *D* II bezeichnet wird, geöffnet, das hier befindliche Uebersteigventil *E* II, welches zu *I* gehört, geschlossen ist.

Ganz dasselbe gilt für die Leitung des nach den Wärmpfannen gehenden Saftes, welcher durch die Ventile *C* ebenfalls durch den Uebersteiger (bei ge-

schlossenem Uebersteigventil) aus dem vorhergehenden Gefäße von unten abgezogen wird, also z. B. aus *I* durch Ventil *C* II.

Ist der Uebersteiger geöffnet, um den oberen Theil eines Gefäßes mit dem unteren des vorhergehenden zu verbinden, ist also z. B. *E* II geöffnet und so der Uebertritt des Saftes unten in *I* nach *II* oben geöffnet, so bleiben die übrigen Ventile bei II geschlossen.

Der Wasserverbrauch bei diesem Verfahren der Entsaftung ist ein ziemlich bedeutender, wie man daraus erkennt, daß außer einer unvermeidlichen Saftverdünnung auch noch der Ersatz des Saftes durch Wasser innerhalb der Zellen geschieht und schließlich der von Schnitzeln nicht erfüllte Raum der Gefäße mit Wasser gefüllt bleibt, welches abgelassen wird. Um diesen Wasserverbrauch zu vermeiden, empfiehlt sich am meisten der Ersatz für das letzte Wasser durch Luft. Wenn man berücksichtigt, daß derjenige Antheil Wasser, welcher schließlich im Gefäße verbleibt, nur dazu gedient hat, den vorher darin gewesenen zu verdrängen und nach der Batterie vorzuschieben, so ersieht man leicht, daß er durch jedes andere Druckmittel ersetzt werden kann. Es ist dazu nur nöthig, noch eine weitere Leitung, die Luftleitung, zu legen, und diese einerseits mit jedem Gefäße durch ein Ventil, andererseits mit einer kleinen Luftkompressionspumpe in Verbindung zu bringen. Diese wird, um die Erhitzung aller Theile durch die Zusammendrückung der Luft zu vermeiden, mit einem Mantel umgeben und durch, zwischen diesem und dem Pumpenkörper langsam durchfließendes Wasser gekühlt.

Eine solche doppeltwirkende Luftkompressionspumpe zeigt die Fig. 57 (a. f. S.) im Durchschnitt. Man erkennt leicht die Haupttheile:

A Pumpenzilinder. *B* Kolben. *C* Kolbenstange, welche in der aus der Figur ersichtlichen Weise ihre Bewegung erhält.

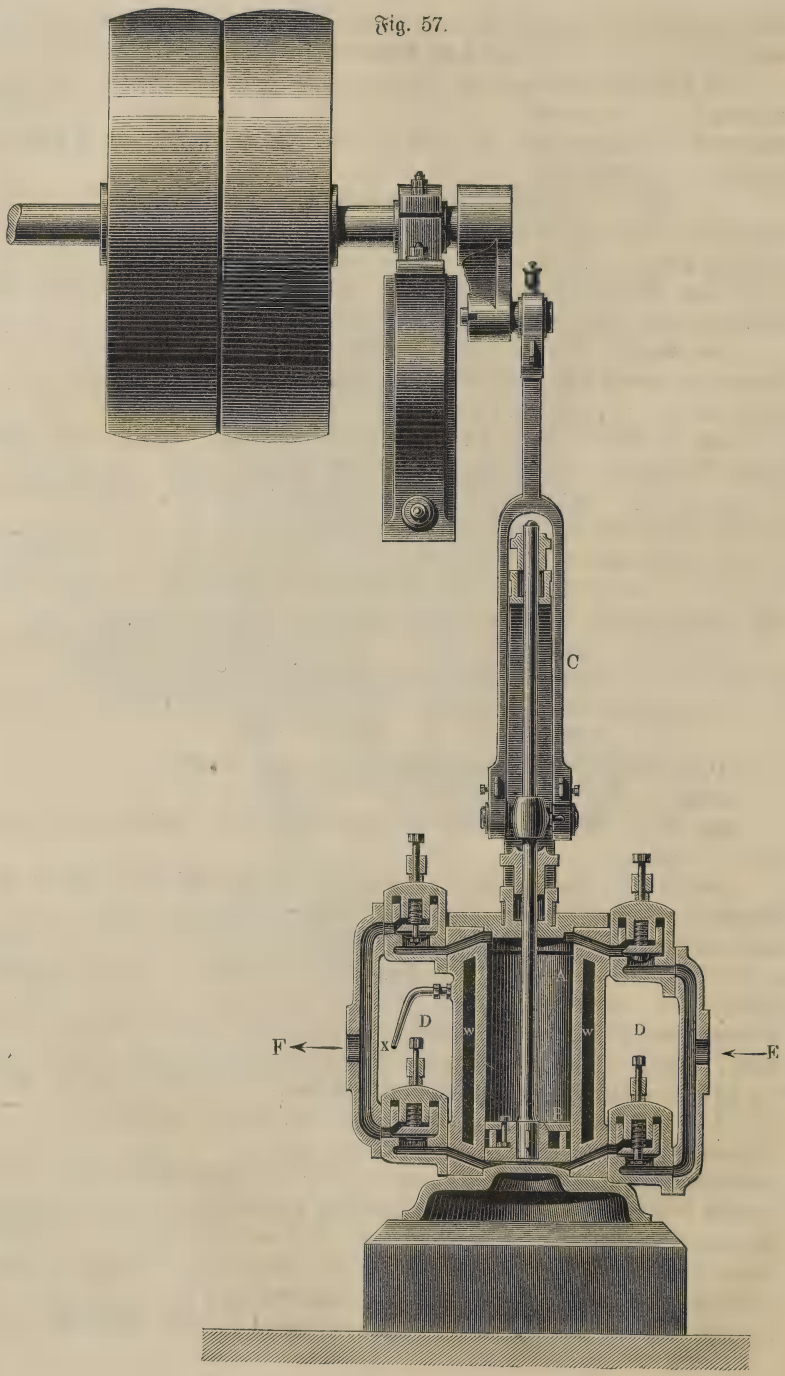
D, *D* sind die beiden Ventilkasten, jeder mit zwei Ventilen.

E Lufteintritt. *F* Luftaustritt.

ww Raum für das den Zilinder umgebende Wasser, welches bei *x* austritt.

Zwischen der Pumpe und der Leitung für die gepreßte Luft wird ein als Windkessel dienendes und mit einem Sicherheitsventil versehenes, geschlossenes Gefäß eingeschaltet, und die Pumpe durch eine Ein- und Ausrückvorrichtung jedesmal in Thätigkeit versetzt, wenn das bezeichnete letzte Fortschieben des Batterieinhaltes geschehen soll. Während also jedes Gefäß für jeden neu anzustellenden Zilinder zweimal seinen Inhalt durch Weiterschieben wechselt und jedesmal dünneren Saft erhält, wechselt das jeweilige letzte Gefäß beim zweiten Male seinen Inhalt von fast saftfreiem Wasser gegen eingepumpte Luft aus. Es ist gut, wenn die Verhältnisse so getroffen sind, daß gleichzeitig aus dem, seinen Saft zur Wärmpfanne abgebenden Zilinder die erforderliche Menge entfernt — d. h. in die Wärmpfanne das bestimmte Quantum genau eingeführt — worden ist, wenn der letzte Zilinder sein Wasser abgegeben hat. Man erkennt diese Uebereinstimmung daran, daß beim Schluß des Einlaßventils für den Saft in die Wärmpfanne, Luft im oberen Theile des vorletzten Gefäßes gerade nur erscheint, wie man beim Oeffnen des Lufthahns bemerkt. Oeffnet man nun nach Verschluß des Uebersteigers den Lufthahn und das Abflußventil des letzten Gefäßes, so fließt aus diesem nur

Fig. 57.



wenig Wasser ab. Sind die Verhältnisse nicht so genau getroffen, so erscheint am Lufthahn des folgenden Gefäßes während des Luftdrückens die Luft früher, oder gar nicht. Letzteres ist kein Uebelstand, es hängt damit nur ein etwas stärkerer Wasserabfluß aus dem abgestellten Gefäße zusammen; ersteres ist aber zu vermeiden, da die komprimirte Luft in dem noch in Thätigkeit befindlichen Gefäße empfindliche Störung in den Saftbewegungen hervorbringt.

Eine andere Abänderung dieses Verfahrens besteht darin, daß man den Saft von der Wärmpfanne, statt ihn von oben gleichzeitig mit den Schnitzeln eintreten zu lassen und mit diesen zu vermischen, theilweise von *unten*, unter Benutzung des Uebersteigrohres eintreten läßt. Ein großer Vorzug dieser Arbeitsweise ist es, daß beim Eintritt von unten alle zwischen den Schnitzeln festgehaltene Luft entfernt wird, was beim Saftzufluß von oben nicht der Fall ist. Wo aber Luft zwischen den Schnitzeln verbleibt, findet keine gleichmäßige Saftströmung und mithin auch keine regelmäßige Entsaftung statt.

Bei dem bisher besprochenen eigentlichen *Robert*'schen Verfahren hat die Nothwendigkeit der Erhitzung des Wärmsaftes auf 90 bis 95° C., also fast bis zum Siedepunkt, zur Folge, daß sich in der Wärmpfanne viel Schaum bildet, was sich auch beim Maischen jedes neuen Zilinders zeigt. Bei der fortgesetzten Arbeit vermehrt sich dieses Schäumen derart, daß man sich nicht selten genöthigt sieht, auch um der gleichzeitig sich zeigenden Neigung zur Säurebildung entgegenzutreten, etwas Kalk dem Wärmsafte zuzusetzen und daß sogar ein zeitweises Absüßen der ganzen Batterie nothwendig werden kann.

Der *Kalkzusatz* soll jedoch nie soviel betragen, daß die Reaktion des gekalkten Wärmsaftes eine alkalische wird. Kalkhaltige Säfte, in dieser Temperatur mit Rübensubstanz zusammengebracht, üben auf dieselbe eine ungünstige Wirkung aus, indem sie die Zuckergewinnung sehr erschweren und noch mancherlei unangenehme Erscheinungen hervorrufen. Es soll vielmehr nur soviel Kalk angewandt werden, daß die natürliche saure Reaktion des Rübensaftes *größtentheils* neutralisirt erscheint.

Ein Mittel, die Arbeit zu verbessern und der Neigung der Säfte zum Schleimigwerden entgegen zu wirken, welche sie bei dieser Arbeitsweise, namentlich wenn Kalkzusatz angewandt wird, bisweilen zeigt, besteht darin, regelmäßig etwa ein Mal im Laufe der Woche mit heißem *Wasser*, statt mit heißem Safte *einzumaischen* und zwar jedesmal zwei Zilinder nach einander. Um dann den Gang der Säfte in den folgenden Gefäßen nicht zu stören, die sonst eine zu geringe Menge Saft abgeben und gerade den behalten würden, den man zu entfernen sucht, zieht man den sonst für diese zwei Einmaischungen nach der Wärmpfanne gehenden Saft direkt zur Scheidepfanne ab, d. h. man entnimmt von zwei nach einander folgenden Gefäßen doppelte Mengen Scheidesaft und maischt entsprechend zwei Mal mit heißem Wasser ein. Süßt man Sonntags ab, so reicht einmal wöchentliche Wassereinführung in die Batterie aus, um selbst kleinere Unregelmäßigkeiten überwinden zu lassen. Außerdem ist möglichste Beschränkung des Kalkzusatzes zu empfehlen.

Von den vielfachen Veränderungen, welche diese Arbeitsweise erfahren hat, können hier nur wenige beschrieben werden. Dasjenige Verfahren, welches den

größten Einfluß auf die Entwickelung der Diffusion gehabt hat, ist das Schulz'sche; durch dasselbe sind dann zum Theil in Verbindung mit anderen Aenderungen in der Einrichtung der Batterie, eine große Zahl von Arbeitsweisen entstanden, die mehr oder weniger verbreitet sind. Das Schulz'sche Verfahren läßt sich kurz dahin kennzeichnen, daß man den Scheidesaft nicht mit der Temperatur von etwa 50° zur Scheidepfanne abzieht, sondern ihn vorher noch über ein oder zwei Gefäße gehen läßt, an welche er seine Wärme abgiebt, die er vorwärmt und von denen er auf 15 bis 20° C. abgekühlt zur Scheidepfanne gelangt. Alle übrigen Eigenthümlichkeiten dieses Schulz'schen Diffusionsverfahrens sind hiervon bedingt und werden unmittelbar durch diese Aenderung bewirkt.

Diese Unterschiede ergeben sich aus folgenden Betrachtungen: Wenn die Schnitzeln durch das Durchströmen des warmen Saftes vorgewärmt sind, ehe sie den Wärmsaft erhalten, so muß dieser zur Erreichung der gleichen Mischungstemperatur weniger warm sein.

Es genügt daher eine Erhitzung des Wärmsaftes auf 65 bis 85° C.

Weil ferner die Schnitzeln in den vorgelegten Gefäßen schon während der Dauer zweier Saftabzüge mit Saft von steigender Temperatur in Berührung gewesen sind, so wird die nothwendige Dauer der Diffusion auf diese Perioden und die eigentliche Diffusion auf 3 Zilinder vertheilt; mithin kann die Berührung der Schnitzeln mit dem eigentlichen Wärmsafte abgekürzt werden.

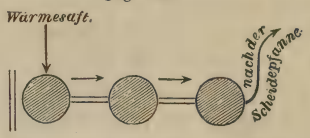
Es bedarf daher nicht mehr der 20 Minuten und mehr wirklichen Stillstandes, sondern es kann der Saft sofort nach dem Füllen abgezogen werden.

Natürlich wird nun nicht von demjenigen Zilinder abgezogen, welcher soeben erst den Wärmsaft erhalten hat, sondern es ist der frisch gefüllte und den Scheidesaft abgebende Zilinder erst der Dritte von diesem ab.

Betrachten wir diesen wichtigsten Theil der Batterie etwas näher, wobei die Kreise 1, 2, 3, Fig. 58, die äußersten Zilinder der Batterie andeuten mögen, so wird 1 mit Schnitzeln frisch gefüllt und erhält nun nicht, wie bei der älteren Einrichtung, frischen Wärmsaft zu seinen Schnitzeln, sondern es drückt der gesammte

Fig. 58.

Fig. 59.



Batteriedruck den Saft aus 3 auf 2, und aus 2 auf 1 zum Füllen. Hierauf wird 3 von den folgenden Gefäßen abgesondert und enthält seinen Wärmsaft aus der Wärmpfanne, wie Fig. 59 andeutet.

Dadurch wird zugleich der Saft aus 1, der eben erst darin die Füllung bewirkte, zur Scheidepfanne gedrückt. Es ist zu bemerken, daß dieser Saft mit 15 bis 20° abläuft, unmittelbar aber durch wärmeren ersetzt wird: die Temperatur steigt bis zu Zilinder 3, wo sie durchschnittlich die verlangten 50° beträgt.

Endlich werden durch diese mehrfachen Erwärmungsperioden die Temperaturunterschiede innerhalb der Gefäße in solcher Weise ausgeglichen, daß die Füllung

von 1 gänzlich durch Aufsteigen des Saftes von unten bewirkt werden kann. Das Maischen fällt folglich ganz weg und zugleich wird alle Luft aus den Schnitzeln verdrängt, so daß die Auslaugung eine durchaus gleichmäßige ist.

Es findet jedoch nur diese eine Saftbewegung von unten statt, der Saft tritt bei allen anderen Gefäßen, also auch bei 2 oben ein und unten aus, dann aber, durch eine hier nicht näher zu beschreibende, sinnreiche Ventilstellung, unter Benutzung der vorhandenen Leitungen, bei 1 unten ein.

Aus den eben erwähnten Umständen folgt ein weiterer Vorzug dieser Arbeitsweise: das Füllen der Gefäße mit *Schnitzeln* ist ganz unabhängig von dem Füllen mit Saft. Es kann also mit dem Schnitzelschneiden und Einfüllen der Schnitzeln fortgefahren werden, auch wenn die Saftbewegung augenblicklich nicht gleichen Schritt hielte; wenn irgend welche Stockungen vorkommen, so wird dadurch die Arbeit nicht gehemmt, ja es können für die unvermeidlichen Aufenthalte durch Mittagstunden, durch Messerauswechseln u. s. w. einige Gefäße nur mit Schnitzeln gefüllt werden, die dann erst allmälig in Betrieb kommen. Dazu brauchen nur die erforderlichen Gefäße mehr vorhanden oder zeitig abgestellt zu sein, wogegen der Betrieb zu einem wirklich ununterbrochenen mit regelmäßigem Abfluß wird. Es mag bemerkt sein, daß das *Schulz*'sche Verfahren überhaupt eines oder zweier Zilinder mehr bedarf; man stellt daher jetzt in Deutschland deren meist 14 in eine Batterie, von denen 11 oder 13 in Betrieb sind. Wo die Steuergesetzgebung rasche Ausnutzung des Gefäßinhaltes bedingt, trennt man nur zwei statt dreier Zilinder ab, und wendet auch eine höhere Auslaugetemperatur an, um die kürzere Dauer der Berührung von Saft und Schnitzeln auszugleichen.

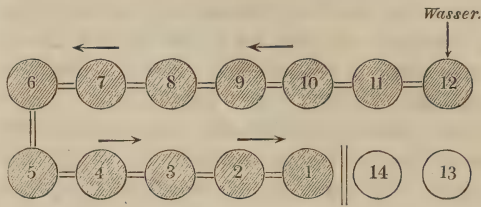
Endlich ist als Folge der niedrigeren Temperatur des Wärmsaftes und der rascheren, ununterbrochenen Folge der Saftbewegung der wesentliche Vortheil anzuführen, daß die Schaumbildung in den Wärmpfannen aufhört und daß der Kalkzusatz zu dem Wärmesaft *in keinem Falle* angezeigt ist; die Säfte verarbeiten sich weiterhin besser und leichter. Wenn man, wie jetzt sehr oft, den Wärmsaft wieder heißer nimmt, geht dieser *wichtige Vortheil* ganz oder zum Theil verloren.

Ich will nun den Gang der Arbeit darlegen, wie er wenigstens in sehr vielen Fällen und zwar immer mit dem besten Erfolge innegehalten wird. Ich nehme hierbei eine Batterie von 14 Zilindern an, die in zwei Reihen mit den erforderlichen Verbindungen mit einander aufgestellt sind, und gehe von dem vollen Betriebe aus, da die Darstellung der Inbetriebsetzung dazu geeignet sein würde, die Klarheit der Vorstellung zu beeinträchtigen. Von den 14 Zilindern seien 12 im Betrieb, zwei leer oder im Entleeren begriffen; zur Saftbewegung werde Luft angewandt.

Die Skizze Fig. 60 (a. f. S.) stellt den Zeitpunkt dar, wo ein mit Schnitzeln beschickter Zilinder seine Saftfüllung (von unten her) empfängt. Der Wasserdruck steht auf 12, sämmtliche Gefäße sind durch ihre Uebersteiger mit einander verbunden, nur von 2 auf 1 tritt der Saft in der bezeichneten Weise. 13 wird entleert, 14 mit Schnitzeln gefüllt. Nachdem 1 geschlossen und der Druck so lange erhalten worden, bis aus dem Lufthahn Saft austritt, wird die Ventilstellung so verändert, daß die Stellung Fig. 61 (a. f. S.) sich ergiebt. Jetzt ist die Verbindung

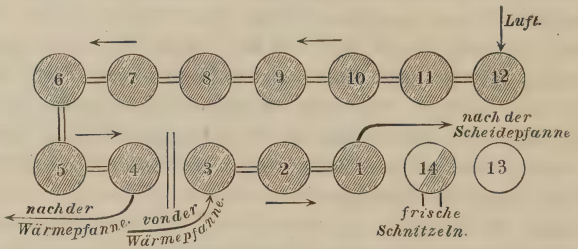
zwischen 3 und 4 unterbrochen und es finden gleichzeitig folgende zwei Saftbewegungen statt. Auf 3 fließt der Saft aus der Wärmpfanne und drückt den

Fig. 60.



Saft von 3 auf 2, von 2 auf 1 und den Inhalt von 1, den konzentrirtesten, eben erzielten Saft, nach der Scheidepfanne. Auf 12 läßt man den Luftdruck wirken, der den Batterieinhalt bis 4 fortschiebt und den Inhalt dieses letzteren Gefäßes zur Wärmpfanne befördert. Diese Bewegung dauert so lange, bis in der

Fig. 61.



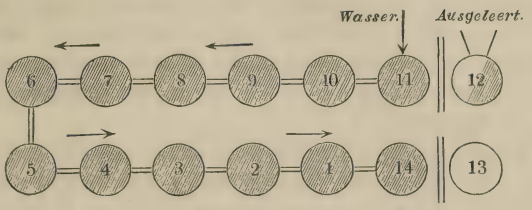
Wärmpfanne die genau nothwendige, abgemessene Saftmenge angelangt ist. Diese muß gerade ausreichen, um später den Saft des äußersten Zilinders nach der Scheidepfanne zu befördern, wobei kein Abmessen des Saftes mehr geschieht, da man eben so lange fließen läßt, bis die Wärmpfanne leer geworden. Das Verhältniß der Saftmenge zum Zilinderinhalt wird also allein durch die Menge des in die Wärmpfanne genommenen Saftes geregelt, welche annähernd durch Rechnung gefunden, dann aber je nach der, an der Zusammensetzung der ausgelaugten Schnitzeln, erkannten Wirkung durch wiederholte Versuche sehr genau festzustellen und dann aufs pünktlichste einzuhalten ist (s. u.).

Wenn nun die eine Wärmpfanne von 4 aus gefüllt, die andere nach 3 entleert ist, was meist gleichzeitig eintritt, so ist mittlerweile auch 14 mit frischen Schnitzeln beschickt worden, und es wird nunmehr die Luft bei 12 abgestellt, 12 von 11 getrennt (Fig. 62), Wasser auf 11 gestellt, 4 mit 3 wieder verbunden, und wie oben der Saft aus 1, also der nach dem Scheidesaft folgende, von unten in 14 eingelassen, und dieses Gefäß von unten angefüllt.

12 wird nun nach Oeffnen des Lufthahns, aus dem die zusammengepreßte Luft mit Geräusch entweicht, entleert, und nach dem Füllen von 14 wieder dieselbe Arbeit von vorhin, nur mit den folgenden Gefäßen vorgenommen, indem jetzt (Fig. 63) der Wärmsaft von 3 abgezogen und der erwärmte auf 2 gestellt und von 14 zur Scheidepfanne abgezogen wird. In dieser Weise geht die Arbeit un-

unterbrochen fort; die leeren Gefäße, deren meist eins mehr vorhanden ist, werden stets ohne Rücksicht auf den Saftgang gefüllt. Kalk wird nicht angewendet.

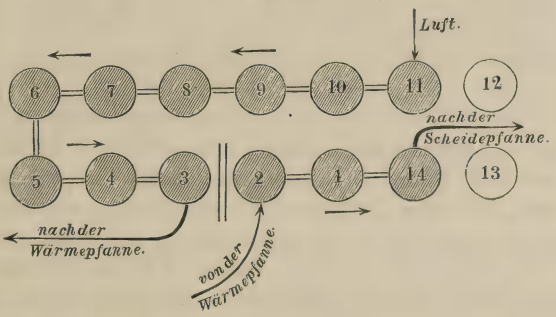
Fig. 62.



Um bei dieser Arbeit die Batterie in Gang zu setzen, wird wie folgt verfahren:

Ein Gefäß wird mit Schnitzeln und dann mit 80° heißem Wasser (aus der Wärmpfanne) von unten gefüllt. Dann werden nach einander noch drei Gefäße

Fig. 63.



mit Schnitzeln beschickt und mit der Flüssigkeit — ebenfalls von unten — gefüllt, welche dadurch entsteht, daß aus den Wärmpfannen heißes Wasser auf jenes zuerst gefüllte und von hier nach den weiterhin gefüllten übergedrückt wird.

Nach dem Füllen von vier Gefäßen ist somit der erste Theil der Arbeitsbatterie hergestellt, und von dem zuletzt gefüllten, welches dem obigen Schema entsprechend mit 1 zu bezeichnen ist, wird nunmehr zuerst fertiger Scheidesaft abgezogen, indem jetzt wie in der Folge immer die Wärmpfanne mit dem dritten verbunden wird. Diese Wärmpfanne ist aber jetzt nicht mehr mit Wasser, sondern mit dem von 4 genommenen dünnen Safte gefüllt, welcher nunmehr die Temperatur des normalen Betriebes in der Wärmpfanne erhalten hat und sich nach 3 schiebt, um aus 1 den Scheidesaft abzudrücken.

Um den Inhalt von 4 nach der Wärmpfanne zu bringen, ist kaltes Wasser vom Druckbehälter, oder bei Anwendung von Luft, wie gewöhnlich bei dieser Arbeit Luft zu benutzen.

Bei der folgenden Veränderung wird die aufgehobene Verbindung zwischen 3 und 4 wieder hergestellt und nunmehr das neuerdings vor 1 vorgelegte mit Schnitzeln gefüllte Gefäß durch den auf 4 gestellten Wasserdruck mit Saft aus

1 gefüllt. Dies ist entsprechend dem Schema 62 das Gefäß 14, nur ist die Batterie kürzer und hört bei 4 auf, wo das Wasser steht.

Es wird nun in der regelmäßigen Weise fortgearbeitet, nur daß so lange keine Zilinder abgestellt und ausgeschaltet werden, bis die Batterie die erforderliche Anzahl Zilinder begreift, mit der Ausnahme, daß man anfangs mit zwei Gefäßen weniger arbeiten kann, da die Absüßung in Folge der anfänglichen Anwendung von Wasser statt Saft eine raschere ist. Nach und nach vermehrt man dann aber die Zahl auf die normale.

Bei niedriger Temperatur des Arbeitsraumes und des Wassers ist es empfehlenswerth, denjenigen Antheil des Wassers, welches auf Gefäß 4 und 5 gestellt wird, um den Inhalt nach dem vorderen Theile der Batterie vorzuschieben, wärmer als gewöhnlich zu halten, da sonst bei dem Inhalte dieser beiden Gefäße die Absüßung eine weniger vollständige ist.

Vorkommende Abweichungen von dieser Arbeitsweise sind leicht verständlich, da sie sich stets auf die gleichen Grundregeln zurückführen lassen.

Wenn die Diffusionsarbeit auf länger als drei Stunden unterbrochen werden muß, also namentlich an Sonntagen (in Deutschland wenigstens), so muß man so viel des darin enthaltenen Saftes abziehen, daß der Inhalt der stehen bleibenden Gefäße nirgend über 20 bis 25° C. behält. Es kann dies aber nicht dadurch geschehen, daß man einfach durch Luft oder Wasser den ganzen Batterieinhalt etwa nach der Scheidepfanne vortreibt, bis dieser Punkt erreicht ist, und dann die dabei vollends abgesüßten Gefäße abstellt und ausleert: es würden dadurch die vordersten zwei Gefäße 1 und 2 nicht mit hinreichend heißem Safte gefüllt und also wegen nicht genügender Temperatur nur unvollkommen abgesüßt werden.

Man verfährt daher so, wie wenn die Batterie im Gange wäre, ohne daß jedoch neue Schnitzeln zugefügt würden: Nachdem der Wärmsaft wie gewöhnlich auf 3 gestanden und Scheidesaft aus 1 abgedrückt hat, wird von 3 Wärmsaft abgenommen, und dann Wärmsaft auf 2 gestellt, ebenso hiernach auf 1 und jedesmal von 1 Scheidesaft abgezogen. Ist dies geschehen, hat also jeder Zilinder Wärmsaft und mithin die zur Erschöpfung nothwendige Wärme bekommen, so bleiben die vorhandenen (12 oder 13) Gefäße verbunden und es wird von denselben so lange Saft nach der Scheidepfanne abgezogen, bis dasselbe die gewünschte niedere Temperatur zeigt; dabei ist nur zu bemerken, daß man die Abzüge nicht ununterbrochen, sondern in denselben regelmäßigen Abständen, wie sie bei dem normalen Betriebe sich ergeben, bewirkt, und daß man entsprechend am hinteren Ende der Batterie abgesüßte Zilinder abstellt. Einige Schnitzeluntersuchungen bei den ersten Absüßungen ergeben leicht die inne zu haltenden Grenzen, die je nach den lokalen Verhältnissen verschieden sind.

Eine andere, jedoch wegen der größeren Menge erhaltenen dünnen Saftes weniger empfehlenswerthe Art ist folgende:

Zur Zeit, wo man die Arbeit unterbrechen will, werden die zwei zuletzt gefüllten Gefäße mit den beiden letzten Wärmpfannensäften wie gewöhnlich durch das dritte Gefäß gefüllt und nun durch die ganze Batterie der Saft mittelst Wasserdruck vorgedrückt, und zwar so lange, wie der Saft noch mit mehr als 25° in den Scheidepfannen ankommt. Man erhält von 14 Gefäßen etwa 5 bis 6

Scheidepfannen und packt dann die 6 bis 8 ältesten aus, während die übrigen stehen bleiben.

Beim Wiederbeginn der Arbeit nimmt man (bei jeder dieser Arbeitsweisen) den Saft vom jüngsten der stehen gebliebenen Gefäße zum Anwärmen in die Wärmpfanne und zwar so oft und lange, bis 4 Gefäße mit neuen Schnitzeln und Saft gefüllt sind, wie dies oben gezeigt worden. Auf die stehen gebliebenen Gefäße soll nur kaltes Wasser kommen.

Etwas abweichend von der beschriebenen Art wird unter dem Einfluß der betreffenden Steuererhebungsweise in *österreichischen Fabriken* gearbeitet, wo das Bestreben vorwaltet, selbst um den Preis eines höheren Zuckerverlustes mit weniger Gefäßen auszukommen und diese noch öfter auszunutzen, d. h. also schneller zu arbeiten.

Man stellt meist 10 Gefäße in die Batterie, es finden sich aber auch 9 und selbst noch weniger. Die Wasserverdünnung, welche im Mittel wohl 50 Proz. des Saftgewichtes beträgt, wird vielfach, ja sogar bis zu 100 Proz. vermehrt. Die Zilinder sind durch einen horizontalen Bodendeckel geschlossen, so daß Schnitzeln und *Wasser* unter Wirkung des Luftdruckes in wenig Sekunden entleert werden (Auspuffen, Ausschießen). Die Wärmpfannen sind vielfach durch geschlossene Röhrenkörper oder ähnliche Einrichtungen ersetzt, in welchen der Saft während des Durchganges erwärmt wird, so daß ein ununterbrochener Gang der Arbeit und beträchtliche Zeitersparniß erzielt wird.

Auch direkte Dampfeinströmung wird zum Erwärmen des Saftes angewandt.

Von diesen Hauptabänderungen leiten sich eine Menge anderer ab, die einerseits auf *raschere* Arbeit, andererseits auf bessere Auslaugung, oder auf Erzielung besserer Säfte gerichtet sind. Durch die *zweimalige* Erwärmung des Saftes (sowohl vor dem Füllen, wie beim Vorschieben) im Wärmkörper oder auch in den Wärmpfannen, ist die Möglichkeit gegeben, die Arbeit nach Wunsch in diesen Richtungen abzuändern.

Rückstände. In dem letzten Zilinder verbleiben nach dem Abstellen desselben größere oder geringere Mengen *Flüssigkeit* und *Schnitzeln*. Ist Wasser zur letzten Saftbewegung benutzt worden, so beträgt dessen Menge etwa 150 Proz. des Rübengewichtes, ist mit Luft abgedrückt worden, so sind wechselnde, aber immer nur geringe Mengen vorhanden. Die Schnitzelmenge kann man zu rund 80 Proz. des Rübengewichtes annehmen, sie beträgt zuweilen etwas mehr, zuweilen etwas weniger. Es läuft daraus etwas Wasser freiwillig ab, ohne daß doch dadurch das Gewichtsverhältniß wesentlich vermindert würde.

Der Zuckergehalt des Ablaufwassers beträgt selten über 0,1 Proz., meist zwischen 0,1 und Null; die höheren Zahlen findet man bei den geringeren Mengen bei Luftabdruck, die niedrigeren im entgegengesetzten Falle.

Der Zuckergehalt der Schnitzeln ist natürlich je nach der Art zu arbeiten verschieden; man *kann* ihn auf durchschnittlich 0,15 Proz. vom Gewicht der

Schnitzeln, also auf 0,12 Proz. vom Rübengewicht erhalten, aber es ist nicht immer vortheilhaft, dies wirklich auszuführen. Man erreicht nämlich dieses Ziel je nach Umständen unter zu großen Opfern in Bezug auf Steuer, oder in Bezug auf Rüben, nämlich durch, im Verhältniß zu der zu verarbeitenden Gesammtmenge Rüben, langsames Arbeiten, oder auch um den Preis starker Erhitzung des Wärmsaftes, oder vermehrter Verdünnung des Scheidesaftes, was immer ein Saft von geringerer Güte liefert. In jedem Falle kann nur eine besondere Rechnung die ökonomisch richtigste Grenze finden lehren, die dann, so lange die Umstände andauern, beizubehalten ist. Es kann ja nach diesen zuweilen vortheilhaft sein, sehr rasch zu arbeiten und wenig Saft abzuziehen, so daß man bei 0,5 Proz. Zucker schon endigt.

Schon in der ersten Zeit der Einführung des Diffusionsverfahrens hat man sich bemüht, die Rückstände auf ein geringeres Volumen und Gewicht zurückzuführen, indem man einen Theil des Wassers derselben durch Pressen zu entfernen suchte. Hierbei war weniger die Rücksicht auf die Verstärkung des Futterwerthes, als die auf Verminderung der Transport- und Einmietungskosten maßgebend. Bedingung für die Anwendbarkeit der Pressen war geringer Bedarf an Arbeitskraft und Aufstellungskosten bei starker Arbeitsfähigkeit. Nach mancherlei Versuchen fand die Schöttler'sche Presse günstige Aufnahme und vielfache Anwendung, da sie wenigstens zum Theil den Anforderungen genügte. In der letzten Zeit ist dieselbe aber durch die patentirte Klusemann'sche Presse vollkommen verdrängt worden, die in der That Alles leistet, was man für den Zweck verlangen kann. Dieselbe arbeitet nämlich ununterbrochen und vollkommen selbstthätig, vermindert das Gewicht der Schnitzeln auf ungefähr die Hälfte und benöthigt bei zweckmäßiger Aufstellung nur einen Jungen zur Bedienung.

Die abgepreßte Flüssigkeit erscheint trübe und enthält offenbar Trümmer der Schnitzeln; der Zuckergehalt derselben steht mit demjenigen gleich, welchen man durch Zerkleinern und Auspressen der Schnitzeln bei deren Untersuchung erhält, und es läßt sich daher voraussetzen, daß auch ein gewisser Theil der Schnitzelfutterbestandtheile auf diesem Wege verloren geht.

Die Schnitzeln enthalten durchschnittlich 94 Proz. Wasser; dieser Gehalt wechselt in den einzelnen Fällen, obwohl in nur engen Grenzen. Die 6 Proz. Trockensubstanz bestehen aus Fasern, stickstofffreien Nährstoffen und etwa 0,5 Proz. Eiweißstoffen.

In gemauerten Gruben, mit durchlassendem Grunde, lassen sich die Schnitzeln unter einer Bedeckung mit Erde gut aufbewahren und werden dabei stark sauer; in den aus der Grube genommenen sauren (ungepreßten) Schnitzeln ist der Wassergehalt auf etwa 92 Proz. vermindert.

Für gute Diffusionsarbeit sind folgende allgemeine Regeln zu beachten:

Die Füllung der Zilinder darf ein gewisses Verhältniß zu deren räumlichem Inhalt nicht überschreiten, weil sonst die Saftmenge, welche außer den Schnitzeln in die Zilinder gebracht werden kann, nicht in der richtigen Beziehung zu den

Schnitzeln steht und weder das beste Temperatur- noch das beste Verdünnungsverhältniß erreicht werden kann. Man kann in runder Zahl annehmen, daß ein Zentner Rüben 0,1 Kubikmeter Zilinderraum verlangt und daß man diesen Raum um höchstens $^1/_{10}$, also auf 0,09 Kubikmeter vermindern soll. Es sollen also z. B. für eine 40 Ztr. Rüben betragende Füllung die Zilinder der Batterie einen Inhalt von mindestens 3,6 bis höchstens 4,0 Kubikmeter (115 bis 128 Kubikfuß) haben. Oder: es soll bei gegebenem Zilinderinhalt von beispielsweise 4 Kubikmeter die Füllung möglichst auf 40 Ztr. gehalten, und jedenfalls 44 Ztr. nicht überschritten werden.

Häufige und genaue Untersuchung der Rückstände (s. u.) bei sonst gleicher Arbeitsweise müssen zwischen diesen Grenzen das richtige Verhältniß finden und für längere Zeit feststellen lassen.

Ist das Rübenverhältniß, d. h. die Füllung der Zilinder, ermittelt, so ist demnächst dahin zu zielen, daß dasselbe genau eingehalten werde, d. h. die Einrichtung der Batterie, der Schnitzelmaschine und des Schnitzelverfahrens ist so zu treffen, daß möglichst genau und sicher die für die gegebenen Zilinder beste Gewichtsmenge Schnitzeln eingefüllt werden. Die Saftmenge im Zilinder ändert sich nämlich jedesmal um das Doppelte des Gewichtes, um welches die Schnitzelfüllung von der richtigen abweicht, und daher ist der Einfluß solcher Abweichungen größer, als man meist annimmt.

Nicht minder wichtig ist das Verhältniß zwischen der Zilinderfüllung und dem Saftabzug. Dieser wird in der Wärm- oder in der Scheidepfanne, oder in besondern Gefäßen gemessen und ist von dem allerfühlbarsten Einfluß auf Saftverdünnung und auf die erzielte Auslaugung oder gewonnene Saftmenge. Man kann, wenn alle anderen Verhältnisse feststehen, namentlich die Menge der Füllung, die Temperatur und Arbeitsdauer unverändert bleiben, schon durch geringe Abänderungen im Saftabzug sehr empfindlichen Einfluß auf die Ausbeute ausüben. Von einer gegebenen Mittelzahl ausgehend, wird man auch hier sich durch die bei zahlreichen, regelmäßigen Schnitzeluntersuchungen gefundenen Zahlen leiten lassen; es mag bemerkt werden, daß größere Ungleichheiten in der Beschaffenheit, d. h. dem Zuckergehalte und der Auslaugbarkeit der Rüben, sich am sichersten (und am unschädlichsten) durch Abänderungen in dem Saftabzug ausgleichen lassen, daß diese aber immerhin nur gering sein dürfen und bei größeren Unterschieden im Erfolge, besser durch Abänderungen in der Füllung und in der Temperatur des Wärmsaftes und des Abdrückwassers unterstützt werden. Als eine für Rüben von mittlerer Güte empfehlenswerthe, weil gute Auslaugung (unter geeigneten Temperaturen, nämlich 75 bis 78° C. des Wärmsaftes) ermöglichende Saftmenge, welche von je 100 Ztr. Rüben nach den Scheidepfannen abgezogen, oder, was dasselbe ist, in die Wärmpfanne genommen werden solle, kann die Menge von 2 Kubikfuß (0,06 Kubikmeter) bezeichnet werden. Bei Rüben von geringem Zuckergehalte wird man bis zu 1,75 Kubikfuß herab, bei besonders zuckerreichen Rüben bis zu 2,25 Kubikfuß hinauf gehen können.

Bei diesem Verhältniß beträgt die Verdünnung des Saftes gegenüber dem natürlichen der Rübe etwa 40 Proz., d. h. es sind auf 100 Thle. Saft 40 Thle.

Wasser hinzugekommen, und die Schwere oder der Zuckergehalt beträgt eben so viel in 140 Thln. des Scheide- wie in 100 Thln. des Rübensaftes oder ist $^{10}/_{14}$ von diesem. Ganz genau wird man dieses Verhältniß nicht bei jeder Saftwägung wiederfinden, weil der Saft *eines* Zilinders ziemlich ungleich ist; auch nicht einmal die Mischung wird das Verhältniß ganz unverändert erkennen lassen, weil ja die Rüben sehr ungleich sind, und schon der Wärmsaft nicht immer gleiche Schwere zeigt. Immerhin ist zu rathen, nicht über eine Verdünnung von 50 Proz., und nicht unter eine solche von 30 Proz. zu gehen, d. h. also, es sollte der Scheidesaft nicht weniger als $^{10}/_{15}$ und nicht mehr als $^{10}/_{13}$ des Saftgewichtes des reinen Rübensaftes zeigen.

Ein dritter, sorgfältig zu beachtender Punkt ist die Temperatur des Wärmsaftes: Ist dieselbe einmal für eine bestimmte Arbeits- und Rübenart festgesetzt, so ist sie aufs *genaueste* und *gewissenhafteste* einzuhalten und eben so streng zu überwachen, wie die jedesmal abgezogene Saftmenge. Nur wenn man sicher ist, daß hierbei keine Nachlässigkeit vorgekommen ist, kann man aus den regelmäßigen Schnitzeluntersuchungen richtige und für Abänderungen maßgebende Schlüsse ziehen. Die Temperatur ist im Vorhergehenden im Allgemeinen bezeichnet; es steigt mit der Temperatur des Wärmsaftes die Schnelligkeit der Entsaftung, aber es nimmt ebenso die Güte und leichte Verarbeitung der Säfte ab.

Endlich ist die Regelmäßigkeit und Schnelligkeit der Diffusionsarbeit vor Allem anzustreben. In keiner Entsaftungsarbeit ist Aufenthalt und Langsamkeit nachtheiliger als hier. Möglichst ununterbrochener Säftefluß einerseits und Beendigung der Diffusionsarbeit jedes Gefäßes in 4 bis 5 Stunden ist das mit allen Kräften anzustrebende Ziel. Bei gezwungenem Aufenthalt, selbst in den Mittagsstunden, suche man wenigstens theilweise dadurch abzuhelfen, daß man mittelst einiger vorräthig gefüllter Zilinder weiter arbeiten kann. Nöthigenfalls opfere man etwas von der Auslaugung und stelle den einen oder anderen Zilinder etwas früher ab, wenn die Umstände es erfordern und dies den regelmäßigen Fortgang zu unterstützen vermag.

Nicht genug Gewicht kann bei der Diffusion auf die *Untersuchung der Rückstände* gelegt werden. Dieselbe ist in regelmäßigen Zwischenräumen auszuführen (s. u.) und in solchen Fabriken, welche nicht oder nicht ganz mit Luft abdrücken, die also Ablaufwasser haben, auch auf letzteres, und zwar sehr häufig, auszudehnen. Kommen höhere Zuckergehalte vor, als man für vortheilhaft und erreichbar ein- für allemal festgesetzt hat, so hat man der Ursache nachzuforschen und dem Uebel durch Abänderung irgend eines Verhältnisses abzuhelfen. Daß man dies nicht nach jeder einzeln zu hoch ausfallenden Bestimmung, sondern erst dann ausführen wird, wenn man sieht, daß man nicht mit Ausnahmen, sondern mit der Regel zu thun hat, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Im Verlaufe der Arbeit entweicht Luft aus den Rübenschnitzeln in den Gefäßen; dieselbe enthält viel Kohlensäure und oftmals auch andere Gase. Man hat durch häufiges Lüften der Lufthähne dafür Sorge zu tragen, daß sich keine Luft in einzelnen Gefäßen ansammelt, welche die Arbeit stark stören würde. Ein

Zusammenhang mit den Erfolgen der Arbeit ist übrigens, wenn die hier gegebenen Vorschriften und namentlich rasche Arbeit eingehalten werden, nicht zu befürchten.

Der Gesammtwasserverbrauch beträgt bei guter Arbeit mit 40 Proz. Verdünnung etwa 270 Proz. vom Gewicht der Rüben, wovon 40 auf die Verdünnung, 80 auf den Ersatz des Saftes durch Wasser und 150 auf die nach Beendigung der Arbeit in den Zilindern, nebst den Schnitzeln verbleibende Flüssigkeit kommen. Wird mit Luft abgedrückt, so fällt letzterer Antheil weg und man braucht nur 120 Proz., die sich bei etwas weniger weit getriebener Auslaugung leicht auf 110 Proz. vermindern lassen.

8. Untersuchung der Produkte und Rückstände.

Allgemeines. Von der Saftuntersuchung ist schon oben (S. 17 u. ff.) die Rede gewesen; hier ist der Ort, über die Entnahme der Proben während des Fabrikbetriebes und die Untersuchung der Rückstände das Nöthigste zu sagen.

In dieser Beziehung wird es genügen, hier nur diejenigen Methoden anzugeben, welche zur Kontrole des Betriebes während der laufenden Arbeit mit Nutzen anzuwenden sind.

Die Basis der Rübenverarbeitung ist die Saftgewinnung, und die Ausbeute an fertigen Produkten aller Art ist wesentlich durch das bei dieser erlangte Resultat bedingt. Um hierüber ein richtiges Urtheil zu gewinnen, ist vor Allem die Kenntniß des Zuckergehaltes und der Reinheit des reinen Rübensaftes erforderlich. Um diese zu erlangen, ist es nothwendig, zunächst ein richtiges, der verarbeiteten Rübenmenge möglichst genau entsprechendes Durchschnittsmuster dieses Saftes zu erhalten. Ohne daß ein solches untersucht worden, kann die Ausbeute weder ihrer Quantität noch ihrer Qualität nach zu einem Maßstabe für die geschehene Arbeit dienen. Daß die Menge der Rüben bekannt sein muß, ist schon früher erwähnt und gesagt worden, daß selbst im Falle die steueramtlichen Vorschriften es nicht verlangen, die Wägung der Rübe unmittelbar vor der Verarbeitung, für die Beurtheilung der Ausbeute, nicht entbehrt werden kann; die häufige und regelmäßige Ermittelung der Ausbeute kann aber nicht dringend genug empfohlen werden.

Es scheint nicht schwierig, ein Durchschnittsmuster von reinem Rübensaft zu erhalten; allein mancherlei Umstände erschweren dies doch in solchem Maße, daß sich viele sonst unerklärliche Widersprüche in den betreffenden Berechnungen auf die ungenügende Darstellung des Rübensaftdurchschnittes in den gewählten und der Untersuchung unterworfenen Mustern zurückführen lassen.

Die Probeentnahme ist nothwendig nach der befolgten Saftgewinnungsmethode verschieden, und daher für jede besonders zu besprechen.

Preßverfahren. Es ist für den in Rede stehenden Zweck zu empfehlen, eine gewisse Menge (etwa 5 Ztr.) Rüben ohne Wasser- oder Saftzulauf auf der Fabrikreibe zu zerkleinern, den so erhaltenen „trocknen“ Brei sorgfältig vor jeder

Beimischung mit verdünntem zu schützen und dann eine hidraulische oder auch eine kräftige Vorpresse mit daraus gepackten Kuchen vollzusetzen. Hierbei dürfen keine frisch gewaschenen und noch nassen Tücher gebraucht werden; man nehme entweder trockne oder auch solche von dem Betriebe der Hauptpressen. Man presse dann aus und entnehme die Saftprobe, und zwar bei der Vorpresse: wenn die Pressung beinahe ihr Ende erreicht hat, dagegen bei der hidraulischen: wenn der Stempel etwa den halben Weg zurückgelegt hat.

Diese Probe entspricht mit vollkommen zureichender Genauigkeit dem Durchschnitt der verriebenen Rübenmenge von etwa 5 Ztr. und zwar *besser als die auf irgend welchem anderen Wege erhaltene*. Namentlich ist das Reiben einzelner Rüben ungenügend, auch das Abreiben eines kleinen Theiles von einer größeren Anzahl giebt ein falsches Resultat. Ebenso ist das Auspressen eines guten Breidurchschnittsmusters mit der Hand oder in einer kleinen Presse zu verwerfen; nur bei genauer Befolgung der gegebenen einfachen Vorschrift kommt dem erhaltenen Safte die Eigenschaft als richtige Probe zu. Soll die Beschaffenheit einer größeren Menge Rüben erkannt werden, wie dies bei allen Ausbeutebestimmungen der Fall ist, so muß die Probenahme *möglichst oft* wiederholt werden.

Schleuderverfahren. Die beste Art, sich die Saftprobe zu verschaffen, besteht darin, daß man in einer gut gereinigten Schleuder eine Ladung von, ohne Wasserzulauf erhaltenem Brei ausschleudert, den ersten Ablauf verwirft, das Uebrige aber wohl zusammen vermischt und hiervon eine Probe entnimmt. Dieser Saft entspricht einer hinreichenden Menge Brei und ist mit demjenigen völlig gleich, welchen die oben beschriebene Preßprobe liefert. Der Schleudersaft ist ganz von kleinen Bläschen erfüllt, von denen er vor irgend welcher Bestimmung befreit werden muß. Man sehe hierüber das unten Gesagte.

Schützenbach'sche Mazeration u. s. w. Wenn man zum Entsaften andere Vorrichtungen als Pressen oder Schleudern benutzt, so sollte man allemal eine Presse oder eine Schleuder eigens zur Gewinnung der Saftproben aufstellen, da sonst diese nicht zuverlässig ausfallen. In Ermangelung derselben bleibt nichts übrig, als aus einer *größeren Menge trocken geriebenen Breies* möglichst sorgfältig ein Durchschnittsmuster zu nehmen und dieses in einer Presse von großer Schrauben- oder Hebelübersetzung (*nicht* mit der Hand allein) auszupressen, von welcher man sich durch Vergleichsversuche überzeugt hat, daß sie eine Wirkung ausübt, die von derjenigen der hidraulischen Pressen nicht allzusehr abweicht. Die geringe Menge Brei, welche hierbei wirklich der Pressung unterworfen wird, giebt einer solchen Probe immer eine geringere Zuverlässigkeit, weßhalb man eine größere Zahl Proben untersuchen muß.

Diffusion. Bei der Diffusion kann man sehr leicht ein Durchschnittsmuster von einer ganzen Ladung Schnitzeln ohne jeden Zulauf erhalten, da man nur während der Füllung eines Zilinders in regelmäßigen Zwischenräumen geringe Mengen Schnitzeln zu entnehmen braucht; aus dem Gemische dieser Probe erhält man das Durchschnittsmuster, welches in einer gewöhnlichen Wurst- oder

Fleischhackmaschine zerkleinert und dann in einer möglichst kräftigen Presse so vollständig wie thunlich ausgepreßt wird. Man erhält auf diese Weise eine Saftprobe, welche, so weit es praktisch verlangt werden kann, mit derjenigen, welche die vorher angegebenen Methoden liefern, gleichwerthig ist, wie vielfache Vergleichsversuche gelehrt haben; allerdings fällt der Saft zuweilen etwas verschieden aus, doch sind dies Schwankungen, wie sie bei allen solchen Ermittelungen nicht vermieden werden können. Aus einzelnen Proben ist überhaupt kein Resultat zu ziehen, sondern nur aus einer möglichst großen Anzahl.

Es muß ganz besonders hervorgehoben werden, daß nur thunlichste Zerkleinerung der Schnitzeln und möglichst starke Auspressung der zerkleinerten Schnitzeln ein brauchbares Resultat geben; unzerkleinerte Schnitzeln und schwaches Auspressen liefern stets zu niedrige Zahlen, welche kein Bild von der wahren Natur des Saftes darstellen.

Die Presse muß entweder eine sehr starke Schraubenübersetzung oder ein sehr starkes Hebelverhältniß besitzen. Man kann sich von ihrer Wirksamkeit durch einen Versuch überzeugen: Man presse eine größere Menge zerkleinerter Schnitzeln aus, vereinige einerseits den erhaltenen Saft, und vermische andererseits die Rückstände und presse diese nochmals so stark wie möglich aus; man wird noch einen kleinen Antheil Saft erhalten, dessen Schwere und Polarisation mit derjenigen des zuerst ausgepreßten verglichen, sich in dem Falle davon nur ganz unbedeutend, wenn überhaupt unterscheidet, wo die Pressung eine hinlängliche war. Unterschiede von mehr als 0,1 Proz. deuten auf nothwendige Verstärkung der Preßwirkung.

In allen Fällen ist der Schnitzelsaft von der Presse so reichlich mit Luftblasen erfüllt, daß er, wie der Schleudersaft (S. 80 u. 114), weder zur Spindelung noch zur Polarisation gebraucht werden kann. Ein ganz einfaches, sicheres und allen anderen vorzuziehendes Mittel, um brauchbaren Saft zu erhalten, besteht in der Benutzung der in Fig. 64 in $^1/_3$ der natürlichen Größe dargestellten Schale. Man gießt zuerst etwas Saft in dieselbe, öffnet den Quetschhahn

Fig. 64.

$\frac{1}{4}$

am Ende des Ausflusses und läßt abfließen. Bei verschlossenem Abfluß wird dann die Saftprobe in die Schale gegossen und bei geschlossenem Deckel einige Zeit stehen gelassen. Man läßt dann durch Oeffnen des Quetschhahns den Saft unter der gebildeten Schaumdecke abfließen und erkennt leicht an der durchsichtigen Beschaffenheit desselben die völlige Befreiung von Luftblasen; sowie der Saft grau erscheint, ist der Abfluß zu unterbrechen, um, falls die Saftmenge noch nicht genügt, nach einiger Zeit nochmals das Fehlende abzuziehen. Der Saft erlangt dabei zugleich die Zimmertemperatur und ist zur Wägung u. s. w. geeignet. Viele Irrthümer werden dadurch veranlaßt, daß diese Vorsichtsmaßregel, vielleicht wegen der Unbequemlichkeit der betreffenden Mittel, versäumt wird. Sie ist indessen ganz unumgänglich.

Die auf die eine oder andere Weise erhaltene Saftprobe wird, nachdem sie nahezu auf die Normaltemperatur der Spindel gekommen, genau in der oben (S. 17 ff.) auseinander gesetzten Weise untersucht; man findet Saftschwere, Zuckergehalt und Reinheit des Saftes.

Es wird bei diesen, dem Fabrikbetrieb folgenden Untersuchungen nur die Maßmethode angewandt. Soll eine Berichtigung des Polarisationsergebnisses nach genaueren Verhältnissen vorgenommen werden, so kann dies immer noch am Ende der Arbeitszeit geschehen, der Betrieb hat damit nichts zu thun.

Soll die während der Saftgewinnung bewirkte Verdünnung des Rübensaftes, d. h. der wirkliche Wasserzusatz bestimmt werden, so hat man von einer größeren zur Scheidung bestimmten Saftmenge ein Durchschnittsmuster zu entnehmen und dieses seinem Saccharometergewicht (genauer seinem Zuckergehalte) nach mit demjenigen unverdünnten Rübensafte zu vergleichen, von welchem diese Menge stammt. Da dies nicht immer genau erfolgen kann, so ist der Versuch öfters zu wiederholen und der Durchschnitt zu berechnen.

Bei allen Saftproben ist auf die Gegenwart von Luft und Fasern zu achten; die Schale, Fig. 63, ist nicht allein bei Diffusionssäften, sondern in allen Fällen anwendbar. Da nach dem Scheiden mit Bleiessig die Flüssigkeit bisweilen trübe durch das Filter läuft, was namentlich bei Beginn der Arbeitszeit vielfach vorkommt, so empfiehlt es sich stets, das Gemisch von Saft und Bleiessig längere Zeit ($^1/_4$ Stunde, obwohl auch längeres Stehenlassen nichts Nachtheiliges hat) vor der Filtration stehen zu lassen.

Rückstände. Von Preßrückständen nimmt man aus einer Anzahl (mindestens 4) Preßkuchen durch sorgfältiges gleichmäßiges Lostrennen je ein Viertel, um Rand und Mitte im richtigen Verhältniß zu haben, reibt Alles zwischen den Händen fein, mischt sorgfältig und wägt in einer geräumigen Schale 200 Grm. ab; diese übergießt man mit dem doppelten Gewicht oder 400 Kubikzentimeter kochenden Wassers, vermengt innig und läßt bedeckt 10 bis 15 Minuten stehen. Dann preßt man in derselben Weise, wie mehrfach angegeben, aus und untersucht den so erhaltenen Saft in der gleich zu bezeichnenden Weise. Es ist wesentlich, alle diese Bedingungen stets in derselben Weise zu erfüllen und in keinem Punkte davon abzuweichen, wenn die Resultate vergleichbar werden sollen. Die Untersuchung aller Rückstände, namentlich derjenigen der Pressen, muß sofort

nach deren Entnahme aus dem Entsaftungsapparate geschehen, da der Zuckergehalt derselben sehr rasch abnimmt. Preßlinge sind schon nach einigen Stunden selbst bei anscheinend niederer Temperatur bemerklich verändert, ein Umstand, auf welchen sich manche Angaben über zu niedrigen Zuckerrückhalt zurückführen lassen.

Bei Schleudern nimmt man ein Stück des Rückstandes in der Trommel, in welchem alle Schichten vorhanden sind, also gleichmäßig aus der ganzen Dicke, und preßt dasselbe, zerrieben und gemischt, kräftig aus. Die Untersuchung des so erhaltenen Saftes ist für die Betriebsüberwachung hinreichend, da sie ganz zuverlässige Vergleiche und Schlüsse auf die Sorgfalt der Arbeit gestattet. Will man aber den Verlust etwas genauer bestimmen, so ist es besser, in derselben Weise wie für die Preßlinge angegeben, zu verfahren.

Für die Rückstände der Schützenbach'schen Mazeration genügt kräftiges Auspressen.

Für Diffusionsschnitzeln verfährt man ähnlich, wie es für die Rübensaftuntersuchung bei diesem Verfahren angegeben wurde (s. o. S. 114). Der Saft fällt hinlänglich dünn aus, um des Stehenbleibens zur Entfernung der Luft nicht zu bedürfen. Da bei der Diffusion täglich mehrmals der Zuckergehalt der Rückstände ermittelt werden muß, was zu Anfang der Arbeit, sowie bei vorkommenden Unregelmäßigkeiten oder Abänderungen noch in erhöhtem Maße der Fall ist, so ist es ein sehr bequemes Auskunftsmittel zur Vermeidung der lästigen Zerkleinerung größerer Schnitzelmengen, daß der von der Klusemann'schen Presse ablaufende Saft, wenigstens wenn dieselbe das Gewicht der Schnitzeln auf etwa die Hälfte bringt, sehr genau demjenigen gleicht, welchen man in der bezeichneten Weise mittelst der Hackmaschine u. s. w. erzielt. Dies haben öfter wiederholte Vergleiche mit Bestimmtheit erwiesen, und es hat die von der Fabrikpresse entnommene Saftprobe noch den großen Vortheil, daß man dadurch den Durchschnitt von einer ganz beliebig großen Schnitzelmenge erhalten kann. Es ist somit in Fabriken, wo diese Pressen mit wenigstens dem angegebenen Erfolge arbeiten, sehr leicht, täglich eine beliebige Anzahl solcher Zuckerbestimmungen zu machen; es empfiehlt sich sogar, Nachts zu regelmäßigen Stunden Proben entnehmen und zur Untersuchung zurückstellen zu lassen. Mischt man diesen Saft mit $^1/_{10}$ seines Volumens verdünntem Bleiessig (s. u.), so läßt er sich unverändert lange Zeit aufbewahren und braucht also erst am folgenden Tage untersucht zu werden.

Die auf eine der angegebenen Weisen erhaltenen verdünnten Säfte werden nun nach der Maßmethode polarisirt; ihr spezifisches Gewicht zu bestimmen ist ohne Wichtigkeit. Die Tabelle II, S. 22 findet dabei Anwendung. Man erhält aber selten durch den gewöhnlichen Bleiessigzusatz vollkommen klare und auch klar bleibende Lösungen; oft genügt ein Zusatz von einigen Tropfen Essigsäure zur filtrirten Lösung, um die Klarheit zu bewirken, sicherer aber ist es, weniger, d. h. verdünnteren Bleiessig zu nehmen und einige Zeit stehen zu lassen, bis man deutliche Abscheidung des flockigen Niederschlages aus der darüber stehenden klaren Flüssigkeit bemerkt. Der Grad der Verdünnung, welcher das beste Resultat giebt, ist nicht für alle Produkte derselbe, bei Preßlingensaft, in der angegebenen Weise dargestellt, ist 1 Thl. Wasser und 1 Thl. Bleiessiglösung von der S. 27 bezeichneten Stärke, bei Diffusionsschnitzelsaft 2 Thle. Wasser und 1 Thl. Blei-

essig in der Regel von gutem Erfolge; in diesem Verhältniß wird das Zehntelvolumen des Saftes aufgefüllt. Die ersten Antheile des Filtrats werden verworfen. Ist dennoch das Filtrat trübe, so kann man mit einem mit Essigsäure befeuchteten Glasstabe umrühren, wodurch meist Klarheit erreicht wird; ist dies nicht der Fall, so muß man dasselbe verwerfen.

Bei den Ablaufwassern, wie sie sowohl bei der Diffusion wie bei der Mazeration untersucht werden müssen, genügt ein so geringer Bleiessigzusatz, daß man auf eine größere Menge nur wenige Tropfen zu nehmen braucht, die für die Berechnung unberücksichtigt bleiben können.

Es werden bei der Diffusion sehr oft sowohl Ablauf- wie Schnitzelsäfte von stark rother Färbung erhalten, die man meist für besonders zuckerreich ansieht, was aber keineswegs regelmäßig der Fall ist. Diese Färbung verschwindet nicht auf den Zusatz von Bleiessig und macht die Beobachtung in der Polarisationsröhre zu einer ganz unsichern. Auch Thonerde und andere Zusätze sind unwirksam. Derartige Säfte muß man mit dem Bleiessigzusatz, im geschlossenen Kölbchen, eine oder mehre Stunden stehen lassen, wobei die rothe Farbe verschwindet und der weiße Niederschlag etwas grau wird. Das Filtrat ist alsdann ganz farblos. Ich habe schon oben darauf aufmerksam gemacht, daß es auch sonst zur Klarheit, Farblosigkeit und leichten Filtrirbarkeit der geklärten Säfte beiträgt, wenn man sie vor der Filtration etwas stehen läßt; dies ist besonders bei solchen Nachprodukten der Saftgewinnung der Fall.

Was die Beobachtung der hier in Rede stehenden verdünnten Lösungen im Polarisationsinstrumente betrifft, so verlangt dieselbe besondere Sorgfalt, da sie stets in großer Nähe des Nullpunktes stattfindet und die im geringsten ungenaue Einstellung desselben Instrumentes also einen bedenklichen Fehler bewirken muß. Säfte von Rückständen sollten daher stets in Röhren von 400 oder besser noch, von 600 Millimetern beobachtet werden. Es werden in neuerer Zeit Instrumente mit solchen Röhren von Schmidt und Hänsch gebaut; für Diffusion sollte man sie stets zu 600 Millimeter nehmen, während für die anderen Verfahren die Resultate bei 400 Millimeter genau genug ausfallen. Ablaufwasser, welche unter diesen Umständen keine bestimmte Ablenkung ergeben, sind praktisch als zuckerfrei zu betrachten.

Da die Einstellungen in der Nähe des Nullpunktes leicht als unsicher erscheinen, so kann man folgendes Hülfsmittel anwenden, um sich von dem Vorhandensein einer Ablenkung bestimmt zu überzeugen: Man stellt das Instrument, bei eingelegtem, mit der betreffenden Flüssigkeit gefülltem Rohre möglichst genau ein, indem man mehrmals, theils von rechts, theils von links her die Farbengleichheit zu erreichen sucht. Dann nimmt man das Rohr heraus und ersetzt es durch ein anderes, mit reinem Wasser gefülltes. Bleibt Farbengleichheit bestehen, so war auch vorher keine Ablenkung vorhanden, allein bei dem geringsten Zuckergehalte der erst beobachteten Lösung erscheint jetzt, nach Ersatz derselben durch Wasser, Farbenungleichheit und man gelangt unschwer auf diesem Wege zu einer sehr annähernden Einstellung.

Da man in den meisten Fällen der Fabrikbeaufsichtigung abwechselnd Säfte und Rückstände zu untersuchen hat, so muß man sehr häufig, wenn nicht gar

jedesmal, die Einstellung der Skala zwischen etwa 50 Graden einerseits und wenigen Graden andererseits wechseln. Es entstehen hieraus zwei sehr empfindliche Uebelstände: erstens werden die ersten Ablesungen nach dem Verschieben der Keile ganz unrichtig und man muß dann noch einige Male mit Unterbrechungen beobachten, um zu richtigen Zahlen zu gelangen; zweitens aber wird das Instrument durch die vielen Hin- und Herbewegungen geschädigt und die Nullpunkteinstellung gefährdet.

Um diese ganz wesentlichen Uebelstände zu vermeiden, ist zu empfehlen, in den Fällen, wo regelmäßig täglich mehrmals Säfte und Rückstände untersucht werden, zwei Instrumente aufzustellen, eines für Säfte und Zucker mit Röhren von nur 200 Millimeter, und eines für Nachsäfte, Rückstände, Ablaufwasser mit einer Röhre von 600 Millimeter Länge. Es werden dann die Einstellungen bei jedem Instrumente nur zwischen geringen Entfernungen der Skala begriffen sein und sowohl die Genauigkeit derselben, wie die Beschaffenheit der Instrumente sehr erheblichen Vortheil davon haben.

Wer es längere Zeit hindurch erfahren hat, wie leicht in solchem Falle die Einstellungen von hoch- oder sehr niedrig polarisirenden Flüssigkeiten in beliebiger Abwechselung erfolgt und wie mühsam dies bei nur einem Instrumente ist, der wird gewiß den Kostenpunkt weitaus durch den erreichten Nutzen ausgeglichen erachten; dies gilt vor allen anderen Verfahren für Diffusion, da hier täglich noch mehr Rückstände- als Säftebestimmungen zu machen sind, selbst von besonderen Fällen, wo die Zahl der ersteren ausnahmsweise zu vermehren ist, abgesehen. Es ist hier gewiß die Aufstellung eines besonderen Instrumentes mit 600-Millimeterröhren für die ausgelaugten Schnitzeln und Abflußwasser gerechtfertigt.

Um aus den wie angegeben erhaltenen Zahlen den Zuckergehalt der betreffenden Rückstände zu finden, hat man für die Preßlinge zu bedenken, daß ihr Wassergehalt 70 auf 100 beträgt; wurde nun auf 100 Theile, 200 Wasser hinzugesetzt, so ist das Verhältniß des vorhandenen Saftes zu dem Gewichte der Preßlinge 270 : 100 oder 2,7 : 1; die abgelesene Gradzahl ist daher mit 2,7 zu multipliziren, wenn mit der einfachen Röhre (200 Millimeter) gearbeitet wurde. Hat man Rückstände des Schleuderverfahrens mit 80 Proz. Wasser untersucht, so würde mit 2,8 zu multipliziren sein u. s. w. Es ist einfacher und giebt ein unter Anbetracht der unvermeidlichen Fehlerquellen richtigeres Resultat, wenn man statt dieser Zahlen die ganze Zahl 3 nimmt. Wird daher die 600-Millimeterröhre angewandt, so gilt die Ablesung direkt für die (mit doppeltem Wassergewicht mazerirten) Rückstände; bei der 400-Millimeterröhre ist mit $1^1/_2$ zu multipliziren. Für direkt ausgepreßte Rückstände, wie bei Diffusionsschnitzeln, und für Ablaufwasser ist nur die durch die Länge der Röhre bedingte Berichtigung geboten. Man beachte bei Berechnungen das Wasserverhältniß; streng genommen gilt z. B. der Zuckergehalt, wie er für ausgelaugte Diffusionsschnitzeln gefunden wird, für 100 Saft, und es ist daher zur Beziehung auf 100 Schnitzeln das Resultat mit 0,94 zu multipliziren und zur Berechnung auf 100 Rüben noch um $^1/_5$ zu vermindern, weil 100 Rüben 80 Rückstände geben. Aehnliche Umrechnungen sind für das Ablaufwasser durch die Mengenverhältnisse bedingt. Bei den laufenden Arbeiten, die nur Vergleiche bezwecken, sind diese Reduktionen nicht

nöthig, man kann die gefundenen Zuckermengen als Prozente der Rüben betrachten und dadurch die der Methode anhängenden und das Resultat durchweg etwas erniedrigenden Fehlerquellen ausgleichen. Bei Ablaufwasser aber muß dessen Menge, welche etwa $1\frac{1}{2}$mal dem Gewicht der Rüben entspricht, in Rechnung gezogen werden; sein Zuckergehalt ist, um auf Rüben bezogen zu werden, mit $1\frac{1}{2}$ zu multipliziren.

Endlich empfiehlt es sich, bei allen Verfahren, welche mit dem Rübenreiben beginnen, die in der Durchschnittsprobe der Rückstände enthaltenen Stücke vor dem Wasserzusatz möglichst zu zerkleinern. Wurde Reibe oder Wolf zum Zerkleinern der Preßlinge angewandt, so fällt diese Vorbereitung natürlich von selbst fort.

Bei der Schützenbach'schen Mazeration muß das Ablaufwasser, um seinen Zuckergehalt zu bestimmen, auf etwa $\frac{1}{5}$ seines Volumens eingedampft und dann polarisirt werden; in flachen Schalen geht diese Konzentration unter dem Siedepunkte rasch genug vor sich, ohne Zucker zu zerstören, und der Zuckergehalt, welcher, um auf Rüben bezogen zu werden, mit der betreffenden Verhältnißzahl multiplizirt werden muß, fällt dann genauer aus, als mittelst anderer Methoden; derselbe muß zu dem ebenfalls auf Rüben bezogenen Zuckergehalt der Rückstände hinzuaddirt werden. Bei denjenigen Fabriken, welche ohne Wiederbenutzung der Ablaufwasser arbeiten, muß Menge und Zuckergehalt sowohl des freiwillig ablaufenden, wie auch des abgepreßten Wassers genau ermittelt und in Rechnung gestellt werden, will man sich sonst vor Täuschungen bewahren. Das Gewicht des bei der Mazeration sehr aufquellenden Breies ist nach Beendigung der Arbeit mit demjenigen der verarbeiteten Rüben zu vergleichen; man erhält im Ganzen bei weitem mehr Rückstände und Saft, als man Brei verwandte, weßhalb die Zuckerbestimmung besonders sorgfältig ausgeführt werden muß.

Außer der Zuckerbestimmung empfiehlt sich zeitweise eine Wasserbestimmung; dieselbe ist jedenfalls geboten, wenn bei solchen Rückständen, die bedeutenden Schwankungen in dieser Beziehung unterworfen sind, höhere oder niedrigere Zahlen als gewöhnlich vorkommen. Bei sehr zuckerarmen Rückständen hat freilich ein Mehr oder Weniger des Wassergehaltes in den gewöhnlichen Grenzen gar keinen Einfluß, aber bei Preßlingen, welche bei geringerem Gewichte mehr Prozente Zucker enthalten können, bringt ein Unterschied von einigen Prozenten Wasser schon einen bemerklichen Einfluß auf die Beurtheilung der Entsaftung hervor. Es empfiehlt sich also für besondere Fälle, sowie auch im Allgemeinen in gewissen Zeitabschnitten, die Ausführung von Wasserbestimmungen, wozu man nicht zu wenig Material, mindestens 20 bis 100 Grm. verwenden möge. Nimmt man dazu eine gewogene Blechkapsel mit durchbrochenem Deckel und stets gleiches Gewicht, so ist die Bestimmung sehr einfach; man trocknet im Wasserbade oder auf irgend einer Stelle des Verdampfapparates u. s. w. (s. S. 17). Man sollte glauben, daß man aus dem Wassergehalt der Rückstände deren Zuckergehalt finden könnte, allein es läßt sich auf keine Weise mit Sicherheit die Beschaffenheit des dem Wassergehalt entsprechenden Saftes berechnen, so daß alle derartigen Folgerungen nicht der Wahrheit gleich kommen können. Indessen liefert dieser Wassergehalt einen guten Anhalt zur Beurtheilung der beim Pressen ausgeübten

Kraft und steht mit der Menge der Rückstände, bei sonst gleichen Umständen, im umgekehrten Verhältnisse.

Zur Vervollständigung des Gesagten mögen noch folgende Beispiele dienen:

Rückstände der einfachen Preßarbeit.

Gewicht der Preßlinge 17 Proz. vom Gewicht der Rüben. 200 Grm. Preßlinge mit 400 Grm. Wasser ergeben eine Flüssigkeit, die mit Bleiessig in der 400-Millimeterröhre 14,8 Grad Ablenkung zeigen. Dies entspricht[1]) einem Zuckergehalt von 6,2 Proz. Die 17 Klgr. Rübenpreßlinge enthalten also 1,054 Kil. Zucker, welche Zahl demnach den Zuckerverlust in Prozenten vom Rübengewicht und in den Preßlingen allein ausdrückt.

Rückstände der doppelten Preßarbeit.

Gewicht der Preßlinge 20 Proz. vom Gewicht der Rüben. 100 Grm. Preßlinge mit 200 Wasser haben eine Flüssigkeit ergeben, welche in der 600-Millimeterröhre 10^0 Ablenkung zeigt. Diese Zahl giebt 2,8 Proz. unmittelbar als den Zuckergehalt der Preßlinge (S. 119). Die 20 Klgr. enthalten demnach 0,56 Kil. Zucker, d. h. von 100 Thln. Rüben findet ein Zuckerverlust von 0,56 Thln. (Prozenten) in den Preßlingen statt.

Diffusion ohne Luftabdruck.

Gewicht der Schnitzeln 80 Proz. vom Gewicht der Rüben. Die von den zerkleinerten Schnitzeln abgepreßte Flüssigkeit oder der Ablauf der (Klusemann'schen) Schnitzelpresse habe, mit $^1/_{10}$ Verdünnung durch Bleiessig und Wasser, eine Ablenkung von 1,8 Graden bei Anwendung der 600-Millimeterröhre ergeben. Dies entspricht ($^1/_3$. 1,8 = $0{,}6^0$) 0,17 Proz. Genau genommen sind dies Prozente der (80 Thle.) Schnitzeln, entsprechend 0,136 Proz. der Rüben, nach dem oben (S. 119) Bemerkten kann diese Berichtigung wegfallen. Das Ablaufwasser, mit wenigen Tropfen Bleiessig versetzt, habe in der 600-Millimeterröhre 1,2 Grad Ablenkung gezeigt, entsprechend ($^1/_3$. 1,2 = $0{,}4^0$ ohne Bleiessig) 0,1 Proz. Zucker. Da das Wasser etwa $1^1/_2$mal dem Gewichte der Rüben entspricht, so giebt dies 0,15 Proz. vom Gewichte der Rüben; der Gesammtverlust in den Rückständen beträgt demnach in diesem Falle 0,32 Proz. vom Gewicht der Rüben, genauer 0,29 Proz.

Ein Beispiel für Mazeration s. o. S. 77.

---

[1]) $(14{,}8^0)$. $1^1/_2$ = $22{,}2^0$ oder 6,2 Proz. (S. 22).

Viertes Kapitel.

Scheidung und Saturation.

Allgemeines.

Der Saft der Rüben enthält eine gewisse Menge verschiedener fremder Körper, welche die Abscheidung des Zuckers aus seiner Lösung, die sonst nur Verdampfung des Wassers erfordern würde, erschwert, und die daher, bevor letztere vorgenommen und die Kristallisation bewirkt wird, so vollständig wie möglich entfernt werden müssen.

Diese in der Fabrikation gebräuchliche Saftreinigung zerfällt in zwei Haupttheile:

1) die Behandlung mit Kalk und Kohlensäure, oder die Scheidung und die Saturation, und
2) die Behandlung mit Knochenkohle, oder die Filtration.

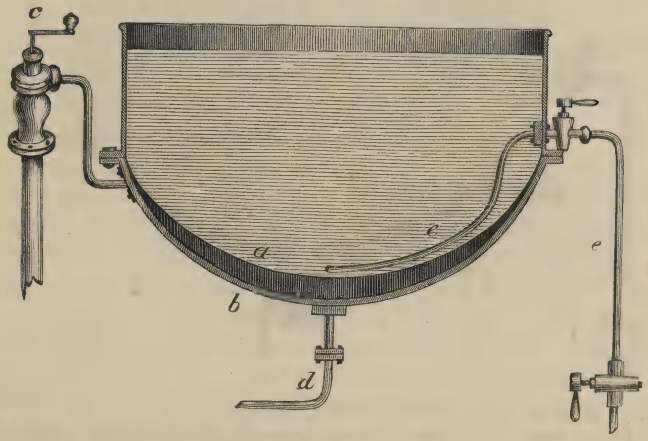
Andere Mittel zur Erreichung des Zweckes sind wohl vielfach vorgeschlagen und auch zeitweise in größerem oder geringerem Umfange angewendet worden, haben aber aus verschiedenen Gründen eine dauernde und allgemeinere Einführung in die Fabrikation nicht erlangt.

Die Scheidung und Saturation wurde früher allgemein und wird auch jetzt noch in vielen Fabriken getrennt ausgeführt; es wird davon zunächst, als von der älteren Verfahrungsweise die Rede sein; derselben gegenüber stehen die neueren Verfahrungsweisen, namentlich diejenigen, welche Scheidung und Saturation ganz oder größtentheils in einer Arbeit vereinigen. Die Verarbeitung und Ausnutzung der hierbei erhaltenen schlammförmigen Ausscheidungen bildet eine besondere, beiden Methoden gemeinschaftliche Arbeit.

Aeltere Methoden.

Die Scheidung, d. h. die Reinigung des Saftes durch Zusatz von Kalk und Erhitzen, wird in Kesseln mit Doppelboden und Dampfheizung vorgenommen, von denen Figur 65 diejenige Konstruktion darstellt, wie sie früher, ehe die Filterpressen in Anwendung waren, allgemein verbreitet war. Diese Scheidepfannen

Fig. 65.

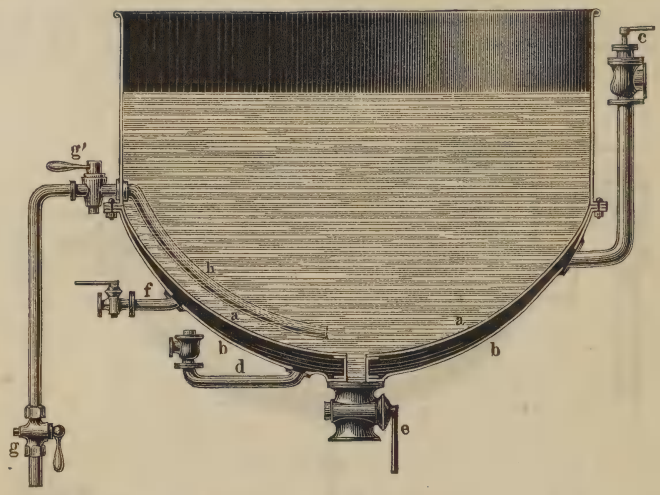


haben keinen Auslauf für den Schlamm, welcher mittelst Kellen ausgeschöpft werden muß. *ab* ist der gewölbte Doppelboden, aus Kupfer, der zum Anheizen des Saftes dient, wozu der Dampf durch das Ventil *c* eingelassen wird; durch *d* tritt das kondensirte Wasser, und auch wohl übriger Dampf (Rückdampf, Abdampf, Retourdampf) aus. Der kupferne Doppelboden ist von einem zilindrischen Theile, der Zarge, aus Kupfer oder Eisen überragt. Der Saft wird mittest des Heberrohrs *ee* abgezogen, welches durch die Zarge hindurchgeht, aber nicht ganz so weit in die Pfanne hineinragt, wie in der Figur angegeben ist. Das Heberrohr steht durch eine enge Leitung mit der Dampfleitung in Verbindung, um bisweilen ausgeblasen und so gereinigt zu werden, wobei die durch Kondensation des verbleibenden Dampfes entstehende Leere das Füllen (Ansaugen) des Hebers bewirkt. Der Rückdampf aus *d* geht meistens durch einen Wassertopf, zur Trennung von Dampf in Wasser, nach dem Sammelbehälter für Rückdampf, um noch weiter benutzt zu werden.

Da der beim Kalkzusetzen sich bildende Niederschlag, der Scheideschlamm, nicht denselben Weg zu gehen hat, wie der Saft, so kann er nicht durch das Rohr *e* abgezogen werden, was auch seine Beschaffenheit nicht erlauben würde. Wenn derselbe also nicht, wie früher geschah, ausgeschöpft werden soll, so muß eine Ableitung vorhanden sein, welche in Form einer kurzen weiten Röhre durch den Doppelboden hindurchgeht.

Fig. 66 stellt eine solche Scheidepfanne, wie sie jetzt allgemeiner gebräuchlich sind, dar. Man sieht den Doppelboden *a b* und die Zarge wie oben, das Dampfzuleitungsrohr mit dem Ventil *c*, das Rückdampf (Retour-) Rohr *d*, den Heber *g* für den Saft und den Rohrstutzen für den Schlamm *e*, ferner einen

Fig. 66.



Lufthahn *f*, welcher beim Anstellen des Heizdampfes die Luft aus dem Doppelboden entfernen läßt, und erforderlichen Falles nach Beendigung desselben durch den Eintritt der Luft augenblickliche Abkühlung bewirkt. Das Schlammrohr kann von oben durch einen konischen passenden Metallpfropf mit langer, bis an den Rand der Pfanne reichender Stange verschlossen werden; der Hahn dient dann als zweiter oder Sicherheitsverschluß, der nicht immer angewandt zu werden braucht.

Die Scheidung wird folgendermaßen ausgeführt: Sobald der einfließende Saft eine gewisse Höhe in der Pfanne erreicht hat, erwärmt man denselben durch den in den Doppelboden einströmenden Dampf rasch auf 85° C., oder einige Grade niedriger oder höher, während man stark umrührt, um die Wandungen von den festen Niederschlägen und den Luftblasen frei zu halten. Ist der gewünschte Temperaturgrad erreicht, so setzt man die vorher bestimmte Menge Kalk in Form von Kalkmilch zu, mischt gut und mäßigt den Dampfeintritt so weit, daß die weitere Erhitzung nur ganz langsam erfolgen kann. Diese läßt man so weit steigen, bis sich am Rande der Flüssigkeit Aufwallen zeigt und dieses sich um die ganze Pfanne verbreitet hat, worauf das Dampfventil geschlossen und der Lufthahn geöffnet wird, damit die Erhitzung nicht noch weiter steige. Es ist gut, den Dampf mehrmals an- und abzustellen, damit die Siedetemperatur möglichst allgemein vom Saft angenommen wird, ohne daß derselbe aber überkocht.

Wenn die Kalkmenge richtig bemessen und die Erhitzung langsam genug geschehen war, so erscheint nach kurzer Ruhe der Inhalt der Scheidepfanne in zwei ungleiche und ungleichartige Theile geschieden: in der Hauptsache befindet sich in

der Pfanne klarer Saft, bedeckt von einer dichten Schicht kompakten Schlammes, der sogenannten Decke. Etwas feinerer Schlamm befindet sich auch am Boden der Pfanne; die Menge desselben beträgt mehr oder weniger, je nach dem Kalkzusatze und der Natur des Rübensaftes. Man kann aus diesem Grunde, wenn der Saftheber nicht ganz bis zur tiefsten Stelle reicht, durch diesen so lange klaren Saft abziehen, bis sich die Schlammdecke bis zur Oeffnung des Hebers gesenkt hat. Alsdann ist nur noch Schlamm in der Pfanne enthalten, den man, nach Verschluß des Heberhahnes, ausschöpft oder durch den Stutzen am Boden der Pfanne ablaufen läßt. Wenn der Heber bis in den unteren schlammigen Theil des Pfanneninhaltes reicht, so fließt anfangs etwas trüber Saft mit aus, den man zum Schlamm leiten, oder dessen geringen Einfluß man auch wohl vernachlässigen kann.

Aus dem Schlamme wird in der später zu beschreibenden Weise der darin enthaltene Saft gewonnen; dieser und der klare Saft wird zur Saturation und zwar meistentheils mittelst Saftheber (Monte-jus) und Dampfdruck befördert und die entleerte Scheidepfanne sorgfältig gereinigt.

Wenn, wie dies in den meisten der nach dem älteren Scheideverfahren arbeitenden Fabriken der Fall ist, die Trennung von klarem Saft und Schlamm allein durch das beschriebene Abziehen geschehen soll, so muß die Scheidung eine sehr vollständige und die Grenze zwischen beiden Theilen des Kesselinhaltes eine scharfe sein; der Schlamm muß dann eine dichte Decke bilden, die am Rande vom klaren Safte beim Aufkochen durchbrochen wird, und die keinen zu großen Bruchtheil des Ganzen darstellen darf. Wenn dies nicht der Fall, wenn in Folge zu großer Menge Kalk sich keine vollkommene Decke bildet, so geht ein großer Theil des Niederschlages nach unten und man erhält viel trüben Saft und schließlich sehr dünnen Schlamm, ein Uebelstand, welcher deshalb schwer empfunden wird, weil die Fabriken auf Verarbeitung solcher Säfte nicht eingerichtet sind. Es ist daher unbedingt nothwendig, die Scheidung so auszuführen, daß das beabsichtigte Ziel erreicht werde; dabei ist je nach der Natur des Rübensaftes die Temperatur, hauptsächlich aber die Kalkmenge zu verändern, bis eine gute Scheidung erreicht ist.

Durch die Scheidung erfährt der Saft äußerlich eine sehr bemerkenswerthe Umwandlung. Die dunkele Farbe und Undurchsichtigkeit hat derselbe mit einer hell gelben Farbe vertauscht und dabei erscheint er vollkommen klar; zugleich ist an Stelle der sauren eine stark alkalische Reaktion, und an Stelle des Rübengeruchs deutlicher Ammoniakgeruch getreten.

Die chemische Veränderung, welche der Saft bei der Scheidung erleidet, folgt aus dessen Zusammensetzung.

Bei 85° beginnt das Eiweiß zu gerinnen und sich auszuscheiden; man setzt den Kalk zu, wenn dies größtentheils geschehen ist und muß daher zuweilen den Temperaturgrad abändern; es bleiben aber die nicht koagulirbaren stickstoffhaltigen Substanzen im Saft zurück. Der zugesetzte Kalk verbindet sich mit der Phosphorsäure und den organischen Säuren des Saftes zu unlöslichen, mit dem Eiweiß sich ausscheidenden Verbindungen, wobei indessen zu bedenken ist (s. S. 12), daß die Löslichkeiten in der kalkhaltigen Zuckerlösung andere sind, als in reinem Wasser. Ebenso fallen durch den Kalk die unlöslichen Basen, Magnesia, Eisen-

oxid u. s. w. aus; in Lösung verbleiben die freigewordenen Alkalien (Kali und Natron) und einige Kalkverbindungen, namentlich zitronensaurer und oxalsaurer Kalk und ähnliche.

Auf das Asparagin und auf die übrigen stickstoffhaltigen Stoffe wirkt der Kalk unter Ammoniakentwickelung zersetzend, was auch im weiteren Verlauf der Arbeit noch stattfindet.

Endlich erleiden die Farbstoffe, sowie die gummiartigen Bestandtheile des Saftes durch die Erhitzung mit Kalk eine wesentliche Veränderung, welche vorzugsweise dadurch von Vortheil wird, daß die veränderten Stoffe bei der nachfolgenden Behandlung mit Knochenkohle leichter und vollständiger absorbirt werden.

Die Wirkung der Scheidung besteht also in der Entfernung einer gewissen Menge verschiedener Substanzen, welche der Kristallisation hinderlich sein würden, sowie in einer solchen Umänderung des Saftes, daß derselbe weiterhin in viel geringerem Grade nachtheiligen Umsetzungen unterworfen ist, welche ohne Vorhandensein von Kalk sehr bald eintreten würden. Die alkalische Beschaffenheit des Saftes beugt der Entwickelung von mikroskopischen Organismen vor, die den Ausgangspunkt des Schleimig- oder Sauerwerdens und der Umsetzung des Zuckers bilden.

Die Wirkung der Scheidung ist quantitativ geringer, als der Augenschein anzudeuten scheint, allein es wird die Beschaffenheit der Säfte doch sehr bedeutend dadurch verändert, insofern als die hier ausgeschiedenen Substanzen trotz ihres verhältnißmäßig nur geringen Gewichtes in hohem Maße die Kristallisation des Zuckers beeinträchtigen würden. Allerdings muß die Filtration ergänzend hinzukommen, allein diese würde wieder auf gewisse Bestandtheile des Saftes eine weit geringere Wirkung ausüben, wenn sie nicht eine Umwandlung durch den Kalk erlitten hätten.

Der zur Scheidung angewendete Kalk soll möglichst rein, von löslichen Salzen, Gips und Thon frei sein.

Als äußere Kennzeichen soll der Kalk nach dem Löschen eine rein weiße Farbe zeigen, und im Zustande von Brei sich fein und wie fettig anfühlen; eine Lösung in reiner Salzsäure soll keine starke Reaktion auf Schwefelsäure ergeben. Blauer Kalk ist unbedingt zu verwerfen, da derselbe Schwefelverbindungen enthält.

Man kann entweder die festgesetzte Menge Kalk für jede Scheidepfanne abwägen, in Kübeln löschen und durch Zusatz von Wasser oder Saft in Kalkmilch verwandeln, die durch ein Metallsieb gegossen, und dann dem Safte zugesetzt wird; oder man löscht in einem besonderen Behälter, unter Zuhülfenahme mechanischer Rührer, größere Mengen Kalk zu Milch von einer bestimmten und gleichbleibenden Dichte, von welcher man nach dem Durchseihen ein solches Maß dem Safte zusetzt, daß derselbe die gewünschte Menge Kalk erhält.

Auch kann man bei solchen Verfahrungsweisen, wie sie später beschrieben werden sollen, und welche ein bestimmtes Kalkgewicht für jede Scheidung verlangen, diese Menge in einem mit Rührer versehenen Kasten regelmäßig löschen und durch eine Rohrleitung mit natürlichem Fall oder eine Kolbenpumpe den betreffenden Kesseln zuführen.

Folgende Tafel kann zur Bestimmung des in einer gegebenen Menge Kalkmilch enthaltenen Kalkgewichtes benutzt werden.

Ein Kilogramm Aetzkalk giebt Kalkmilch von

18	Proz.	Ball.	7,5	Liter	und	die	Kalkmilch	wiegt	9,4	Kilo,
20	„	„	7,1	„	„	„	„	„	9,0	„
21,5	„	„	6,7	„	„	„	„	„	8,6	„
23,5	„	„	6,3	„	„	„	„	„	8,2	„
25	„	„	5,9	„	„	„	„	„	7,8	„
27	„	„	5,5	„	„	„	„	„	7,4	„
29	„	„	5,2	„	„	„	„	„	7,2	„
31	„	„	5,0	„	„	„	„	„	6,9	„
32,5	„	„	4,8	„	„	„	„	„	6,7	„
34,5	„	„	4,7	„	„	„	„	„	6,5	„
36,5	„	„	4,4	„	„	„	„	„	6,3	„
38	„	„	4,3	„	„	„	„	„	6,2	„
40	„	„	4,2	„	„	„	„	„	6,0	„
42	„	„	4,0	„	„	„	„	„	5,9	„
44	„	„	3,9	„	„	„	„	„	5,8	„
46	„	„	3,8	„	„	„	„	„	5,7	„

Was nun die Menge Kalk betrifft, welche man zur Scheidung nehmen soll, so fehlt es bisher an einem Mittel, dieselbe je nach der Beschaffenheit des Saftes richtig zu finden. Bei der Scheidungsart, von welcher hier die Rede ist, wird zunächst die Bildung einer festen Decke, und die scharfe Trennung von Schlamm und ganz klarem Saft, oder auch die Erzielung möglichst vielen klaren Saftes beabsichtigt und es wird dies durch die vorhandenen Einrichtungen wie schon oben erwähnt, unbedingt erfordert. Nach diesen äußeren Merkmalen wird daher auch der Kalkzusatz bemessen, indem man soviel Kalk „wie möglich“ nimmt, ohne daß diese Klärung beeinträchtigt werde.

Nimmt man zu wenig Kalk, so wird der Saft nicht ganz klar und behält eine grauliche Färbung, die immer als ein Zeichen für unvollkommene Scheidung angesehen werden muß; sie vermehrt sich bei der weiteren Verarbeitung der Säfte, die dann stets unreine Produkte liefern. Uebersteigt aber die Kalkmenge eine gewisse Grenze, so wird die Scheidung von Saft und Schlamm unvollständig, die zu Boden gehende Menge dieses letzteren nimmt zu und die Decke wird geringer; bei noch mehr Kalk fällt fast sämmtlicher Schlamm zu Boden, und bildet hier einen so großen Bruchtheil des Ganzen, daß man nur wenig klaren Saft erhält und die Verarbeitung des Schlammes Schwierigkeiten bietet, welche die für gute Scheidung getroffenen Einrichtungen nicht zu überwinden gestatten.

Es ist hiernach stets leicht, die richtige Scheidungsmenge einzuhalten, insofern sie nur durch diese äußeren Umstände geboten ist.

Bei unreineren Säften ist es also ganz besonders wichtig, mit dem Kalkzusatz bis an die praktisch mögliche Grenze zu gehen, wobei man namentlich auf langsamste Erwärmung nach dem Zusatze zu achten hat; die geringste Beschleunigung derselben bringt, wenn die Kalkmenge verhältnißmäßig hoch ist, die Störung der

Scheidung und die Schlammbildung nach unten zu Wege. Veränderungen der Temperatur, bei welcher der Kalkzusatz geschieht, haben zuweilen hierin einen günstigen Einfluß, wie Versuche lehren, doch ist es nicht rathsam unter den angegebenen Grad der Eiweißgerinnung herabzugehen.

Man erkennt, ob der Kalkzusatz richtig getroffen ist, an einer Probe des Saftes nach geschehener Vermischung; die darin sich zeigende Trübung muß sich mit einer gewissen Regelmäßigkeit und nicht zu rasch absetzen, wenn später gute Deckenbildung erfolgen soll. Die Probe ist je nach den verschiedenen Umständen etwas verschieden und es können diese Kennzeichen nur durch Uebung erlernt werden.

Man pflegt einen Theil des Kalkes schon vor dem Einlaufenlassen des Saftes in die Scheidepfannen in diese zu gießen, um das Anhaften der Eiweißstoffe an die Heizfläche zu vermindern und so die Erhitzung auf die Scheidetemperatur zu beschleunigen; es empfiehlt sich dieses Verfahren durchaus nicht, da das ungeronnene Eiweiß dadurch zum Theil gelöst erhalten wird. Besser wird der bezeichnete Uebelstand durch Vorwärmen des Saftes oder durch mechanische Hilfsmittel während des Erhitzens umgangen.

Säfte, welche bei der Saftgewinnung bereits eine Erwärmung erfahren haben, scheiden sich schlecht. Diffusionssäfte lassen sich z. B. nicht mit ebensoviel Kalk unter guter Deckenbildung scheiden wie Preßsäfte. Man ist genöthigt, ein anderes Verfahren in Anwendung zu bringen oder sich mit einer unvollständigen Trennung von Schlamm und Saft zu begnügen.

Bei dieser älteren, einfachen Scheidung bewegt sich die angewandte Kalkmenge zwischen den Grenzen $^1/_2$ und $1^1/_4$ Proz. vom Gewicht der Rüben. Hieraus hat sich als normale Mittelzahl $^3/_4$ bis 1 Proz. ergeben, welche man festzuhalten sucht.

Der Schlamm enthält in allen Fällen noch eine große Menge Saft, welcher daraus möglichst zu gewinnen ist; hiervon wird später die Rede sein; zunächst beschäftigt uns die Weiterverarbeitung, nämlich

Saturation des klaren Saftes. Meist stehen in den Fabriken die Scheidepfannen so tief, daß der Saft behufs der Saturation nach einem oberen Stockwerke *gehoben* werden muß. Dieses, wie auch das sonst vielfach vorkommende Befördern aller Arten Säfte, geschieht in Deutschland allgemein durch *Saftheber* (Monte-jus).

Der *Saftheber* besteht aus einem einfachen Zilinder aus Kesselblech mit den erforderlichen Oeffnungen, Leitungen und Hähnen oder Ventilen, um den Saft mittelst Dampfdruck nach einem höher gelegenen Behälter zu drücken.

Bei starkem Betriebe müssen für den geschiedenen Saft zwei Saftheber vorhanden sein, die abwechselnd arbeiten; im Uebrigen ist die Einrichtung dieses einfachsten aller Saft befördernden Apparate stets die gleiche. Dabei ist, wenigstens bei heißen Säften, der Dampfverbrauch ein geringer. Eine sehr empfehlenswerthe Einrichtung zur Säftebewegung, die namentlich bei konzentrirten Sirupen und solchen, auf welche die Berührung mit dem heißen Dampfe schädlich wirken kann, angezeigt ist, besteht in der Anwendung komprimirter Luft, die an einer Stelle

fortwährend durch eine Druckpumpe erneuert, durch ein Netz von Leitungen nach jeder Stelle der Fabrik, wo sie benöthigt wird, geführt und hier benutzt werden kann.

Indessen dürfte, so zweckmäßig das Luftdrücken für andere Produkte, nämlich für Klärsel und Sirupe ist, für geschiedenen Saft das einfachere Dampfdrücken immer den Vorzug verdienen.

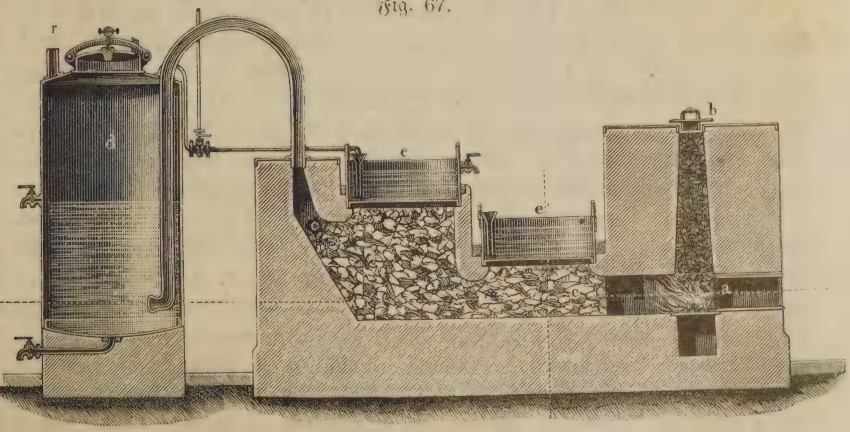
Der klare geschiedene Saft, der meist mit dem Namen Scheidesaft bezeichnet wird, gelangt zur Saturation, d. h. Entkalkung mittelst Kohlensäure. Diese Verminderung des Kalkgehaltes hat nicht allein zur Folge, daß die betreffende Menge nicht von der Kohle aufgenommen und später aus derselben wieder entfernt zu werden braucht, es hat sich auch herausgestellt, daß die sonstige reinigende Wirkung der Knochenkohle energischer ist, wenn der Saft weniger Kalk enthält. Es muß nothwendig dabei die Arbeit so geleitet werden, daß nach der Filtration möglichst wenig Kalk oder Zuckerkalk vorhanden ist, was aber nur dadurch zu erreichen ist, daß der größte Theil des Kalkes dem geschiedenen Saft vor der Filtration entzogen wird.

Man wendet niemals die reine Kohlensäure, sondern ein Gemisch derselben mit atmosphärischer Luft an. Die Hauptmenge desselben wird jetzt durch Verbrennung von Kohlenstoff in Form von Kohks oder Holzkohlen, oder anderem Brennmaterial, ein Theil auch durch Brennen des Kalksteins erzeugt.

Der Kindler'sche, nur auf die Verbrennung der Kohle gegründete Kohlensäureofen, der mit mehr oder minder erheblichen Abänderungen vielfach benutzt wird, ist in Fig. 67 dargestellt.

In demselben verbrennen Kohks oder Holzkohlen oder ein Gemisch von beiden in dem schachtförmigen Raum *ab* unter Einfluß des Luftstromes, welcher durch

Fig. 67.



die im Saturationsraum aufgestellte Pumpe durch das Rohr *r* bei *a* eingesaugt wird. Der Kohlenraum ist bei *b* dicht geschlossen; der Deckel wird nur geöffnet, wenn frische Kohlen aufgegeben werden. Die Verbrennung findet in einem horizontalen Kanal statt und trifft also den unteren Abschnitt der Kohlensäule,

welcher durch zwei senkrecht stehende Roste hier zusammengehalten wird. In dem Maße, wie die Kohle unten verbrennt, rutscht die obere nach. Die Verbrennungsgase gehen zuerst in den Raum *cc*, welcher mit (ungebrannten) Kalksteinen angefüllt und oben durch die zwei Wasserpfannen *ee'* geschlossen ist. Hier erleidet das Gas eine mechanische Reinigung und zugleich eine Abkühlung und gelangt dann in den Wascher („Laveur") *d*, wo es durch die Wasserschicht hindurch gesaugt und so von den noch mitgerissenen Aschentheilen, zum Theil auch von schwefliger Säure (aus dem Kohks) befreit wird, um durch *r* nach der Pumpe und durch diese in den Saft zu gehen. Der Kalkstein in *cc* wird von Zeit zu Zeit erneuert, frisches Wasser fließt in *d* und *ee'* regelmäßig zu. In *d* erhält man eine bestimmte Höhe, wozu die beiden Hähne benutzt werden, in *ee'* läßt man einen langsamen Strom ununterbrochen fließen, wozu die erforderlichen Leitungen in der Zeichnung zu sehen sind. Außerdem befindet sich im Wascher *d* eine Kalksteinschicht, um möglichste Vertheilung des eingesaugten Gases durch das Reinigungswasser zu bewirken. Es ist zweckmäßig, zwei Wascher aufzustellen, damit das Wasser regelmäßig erneuert und die Wascher gereinigt werden können. Statt des unteren Abflußrohres kann man auch ein heberförmiges Rohr anbringen, welches bis über den inneren Wasserstand emporragt und aus dem das Wasser abfließen kann; der Wasserersatz findet dann auch hier ohne Unterbrechung statt.

Ein Vorzug dieses Ofens ist die unveränderliche Dicke der glühenden Kohlenschicht, welche in einem bestimmten Verhältniß zu der durchgesaugten Luftmenge stehen und daher ein stets gleichmäßig an Kohlensäure reiches Gas liefern soll. Indessen ist der Strom der Luft, um hinreichend Kohlensäure für den Betrieb zu liefern, meist zu stark.

Empfehlenswerth ist daher folgende Veränderung, die außer der Herstellung eines reicheren Gases die Bequemlichkeit bietet, daß der dichte Verschluß bei *b* wegfällt, und welche so vollkommen praktisch bewährt ist, daß ein derartiger Ofen für nicht allzugroßen Bedarf bei Saturation des klaren Saftes ausreicht.

Man schließt den Kanal *a* an der Seite, wo die Luft eintritt, zu, öffnet den Verbrennungsraum bei *b* und erweitert denselben nach oben dergestalt, daß er die Form eines abgestumpften Kegels von etwa $^1/_2$ Meter Höhe erhält. Nachdem die Verbrennung eingeleitet, findet dieselbe nun von oben nach unten in einer Schicht Kohle statt, welche hinreichend hoch gemacht werden kann, um den größten Theil des Luftsauerstoffs in Kohlensäure zu verwandeln. In seltenen Fällen nur wird der Luftstrom verhältnißmäßig zu schwach sein; man hat dann die Schicht Kohlen niedriger zu halten. Meist aber wird man bei großer Kohlenmenge und bei einer Breite des Raumes, welche dessen Höhe gleichkommt, die besten Resultate, d. h. Gas von 12 bis 15 Proz. Kohlensäure und mehr erzielen. Es ist unbedingt erforderlich, sich von dem Erfolge der vorgenommenen Aenderung durch wiederholte Untersuchung des Gases zu vergewissern; ist die ganze Einrichtung mit der Leitung vollkommen dicht, so ist der Einfluß einer jeden Aenderung der Verhältnisse sofort an der Veränderung im Gehalte des Gases zu erkennen und entweder weiter zu verfolgen oder wieder aufzuheben, bis das gewünschte Resultat erreicht ist.

Ueber 21 Proz. Kohlensäure kann das Gas der Natur der Verbrennung nach überhaupt nicht enthalten.

Außer den Verhältnissen des Ofens übt auch die Beschaffenheit des Brennmaterials einen Einfluß auf die Zusammensetzung des erzielten Gases. Die Kohks müssen möglichst rein, d. h. aschenarm, möglichst frei von Schwefel, trocken und zu gleichmäßig kleinen Stücken zerschlagen sein. In Ermangelung guter Kohks ist ein Zusatz von Holzkohlen geboten.

Der beschriebene Ofen, oder doch eine im Prinzip damit übereinstimmende Einrichtung ist für die einfache Saturation in den meisten Fällen ausreichend; allein bei sehr starkem Betriebe, sowie wenn absichtlich oder unter gewissen Umständen mitgerissener Schlamm oder Kalk im Safte höhere Anforderungen an die Saturation stellen, müßte man mehre solche Oefen anwenden. Auch dies reicht in solchen Fabriken niemals aus, welche sämmtlichen Schlamm, wie bei dem demnächst zu beschreibenden Scheidesaturationsverfahren, mit Kohlensäure behandeln. Für diese ist nicht Kohlensäure genug im Gase enthalten und es würde die Saturation zu lange Zeit in Anspruch nehmen.

Es ist daher nothwendig, ein Gas von höherem Kohlensäuregehalt und in großer Menge billig zu erzeugen; man bedient sich hierzu allgemein der Kalköfen.

Dieselben liefern die Kohlensäure des Brennmaterials, bereichert und vermehrt durch die des gebrannten Kalkes und gemischt mit Stickstoff und überschüssiger Luft, und daneben eine entsprechende Menge gebrannten Kalk. Das Kalkbrennen ist aber nur untergeordnet, man pflegt nur so viel Kalk zu erzielen, wie der Erzeugung der Kohlensäure entspricht.

Diese Kalköfen sind solche mit ununterbrochenem Betriebe, mit mehren besonderen Feuern und mit einer oder zwei Kalkabzugsöffnungen. Sie unterscheiden sich von den gewöhnlichen Kalköfen wesentlich nur dadurch, daß sie an ihrem oberen Theile verengert und hier durch einen dichten Deckel verschlossen sind, während ein seitliches Rohr zur Ableitung der Gase dient. Eine sehr kräftige Saugpumpe bewirkt den Luftzug durch die Feuerungen und führt die Verbrennungsgase und die durch Glühen des Kalksteins entwickelte Kohlensäure durch das Ableitungsrohr und die Reiniger und preßt sie in den Saft. Ist der Ofen in Gluth, so wird aus den dazu vorhandenen, sonst dicht verschlossenen Oeffnungen in regelmäßigen Zwischenräumen der gebrannte Kalk weggenommen, worauf der darüber befindliche Inhalt des Ofens entsprechend niedersinkt. Oben wird durch den Deckel von Zeit zu Zeit Kalkstein in faustgroßen Stücken nachgefüllt. In der Wandung des Ofens sind Oeffnungen angebracht, die durch Thonstopfen verschlossen werden und die dazu dienen, die erreichte Gluth, sowie das regelrechte Nachsinken der Beschickung zu beobachten, bei Stockungen auch wohl mit eisernen Brechstangen nachzuhelfen.

Es wird fast immer mit Kohks gefeuert und es sollen dieselben auch hier möglichst frei von Schwefel, wie von unverkohlten Theilen sein; die mechanische Reinigung des Gases ist eine sehr vollständige; Abkühlung und eine weitere Reinigung erleidet das aus dem Ofen austretende Gasgemisch in der gleich zu beschreibenden Weise.

Die Kalköfen werden überall in ziemlich wenig abweichender Weise aus-

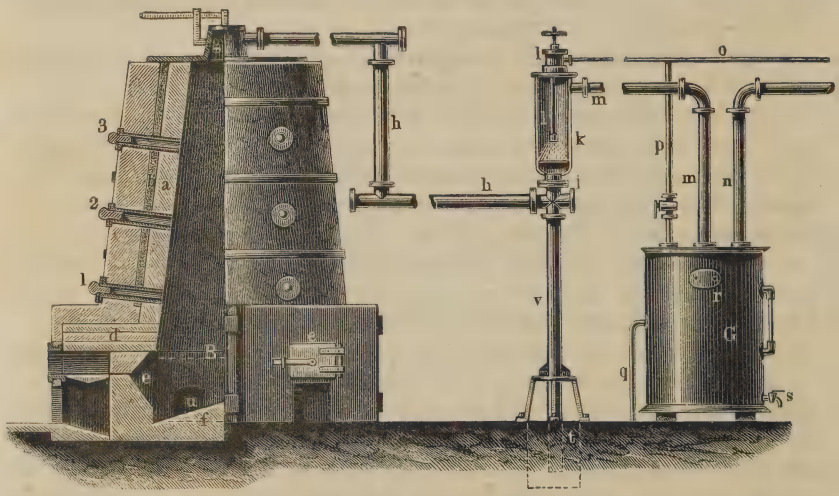
geführt; die Abänderungen betreffen nur die Feuerung und die Reinigungseinrichtungen. In einigen Fabriken findet man solche Oefen ohne besondere Feuerung; die Verbrennung geht innerhalb des Ofenschachtes vor sich, der mit abwechselnden Schichten Kalksteinen und Kohks beschickt wird.

Fig. 68 stellt einen Kalk-Kohlensäure-Ofen in der jetzigen Ausführungsweise dar.

Derselbe hat drei Feuerungen *e* (bei weniger als $1^1/_2$ Meter Durchmesser genügen deren zwei); der Kalk wird durch die bequem zu verschließende Oeffnung *g* eingefüllt.

In dem über der Feuerung liegenden Theile des Ofens geräth der Kalk in die zur Austreibung der Kohlensäure nöthige Glühhitze, um dann in Zeiträumen, welche die Erfahrung feststellt, unterhalb der Feuerungen durch drei gegen jene versetzte Abzugsöffnungen *u* als gebrannter Kalk herausgezogen zu werden.

Fig. 68.



Der Ofen *B* selbst ist im Innern aus Chamotten *a* aufgeführt, welche von dem äußeren Ziegelsteinmantel durch die Aschenschicht *b* isolirt sind.

Die Feuerungen *e* sind neuerdings wieder einfache Rostfeuerungen, da die früheren Schüttöfen einen zu großen Konsum von Chamotten mit sich brachten. Trotzdem muß der Bogen *d* noch immer in dreifacher Lage ausgeführt werden, wenn er eine ganze Kampagne hindurch aushalten soll. Die Sohle *f* des Ofens ist nach der Mitte zu kegelförmig erhöht, was ein leichteres Ausziehen des gebrannten Kalkes aus *u* bedingt.

Der Ofen ist bei kegelförmiger Gestalt etwa 5,5 Meter hoch und hat 2 Meter lichten Durchmesser, in der Höhe der Feuerungen gemessen. Die Röhren 1, 2, 3 dienen als Schau- oder Störlöcher, um den Gang des Ofens beobachten und etwa festgeklemmte Kalksteine durch Nachstören ablösen zu können.

Mittelst einer besonderen Pumpe wird das Gas durch den Trichter *g* in die

Leitung *h* gesaugt, von wo es durch die Reinigungsapparate *k* und *G* und dann, zum Gebrauch fertig, entweder in Gasometer zur Aufbewahrung, oder sofort in die Scheidepfannen zur Benutzung gelangt.

Die Wirkung des Kohlensäurereinigers *k* ist im Wesentlichen bedingt durch die einen kegelförmigen Mantel bildende Wasserfläche, welche aus dem Ventil *l* austretend eine Scheidewand in dem Zilinder *k* erzeugt, durch die das Gas, um nach *G* zu gelangen, durchgehen muß.

Hierbei wird es gewaschen und abgekühlt, das Waschwasser wird durch das Rohr *v* entfernt, welches des Luftdruckes wegen eine gewisse Höhe haben muß. Der Apparat *G* ist ein sogenannter Laveur (Wascher), in welchem das Gas nochmals mit Wasser gereinigt wird.

Es tritt am Boden des Laveurs durch das Rohr *m* in den Apparat und gelangt durch *n*, welches des übergerissenen Wassers wegen nicht zu kurz sein darf, in die Fabrik zum Gebrauch.

Der Zu- und Ablauf des Wassers geschieht kontinuirlich, nur muß auch hier, wie bei *v*, welches Rohr bei guten Pumpen 10 Fuß Höhe besitzen muß, der Eintritt der Luft durch geeignete Einrichtung des Rohres *q*, des Ablaufrohres, etwa in Form eines Manometers, verhindert werden.

Ein Ofen von angegebener Größe genügt bei einem Scheidekalkverbrauch von täglich 50 Ztr. vollkommen und liefert mit 390 Kilo Kohks 2400 Kilo Aetzkalk und rund 6900 Kubikmeter Gas von 23 Proz. Gehalt oder 1600 Kubikmeter reine Kohlensäure, welche, da $^2/_5$ der Kohlensäure ihren Ursprung dem zum Heizen benutzten Kohks verdanken, mehr als hinreichend sind, sämmtlichen Scheidekalk niederzuschlagen.

Zu beachten beim Betriebe ist zunächst die Auswahl des Brennstoffes und des Kalksteines. Beide müssen möglichst rein, letzterer namentlich frei von Thon sein. Dann hat man auf regelmäßiges Abziehen des gebrannten Kalkes zu halten. Man wird bald finden, welche Menge in einer bestimmten Zeit fertig gebrannt von dem Ofen bei einer gewissen Gasentnahme geliefert wird. Diese Menge soll man in kleineren Theilen durch häufigeres Ziehen entnehmen, damit die Masse im Ofen in kurzen Unterbrechungen rutschen muß. Sie klemmt sich sonst in Folge der Ausdehnung bei steigender Erhitzung fest und kann dann oft nur mit großer Mühe wieder in Bewegung gesetzt werden. Ferner ist die Leitung häufig zu reinigen und aus diesem Grunde besondere, leicht zu öffnende Verschlüsse an den Knieröhren anzubringen. Mangelnder Durchgangsraum veranlaßt entweder ungenügenden Gasdurchgang oder Undichtigkeiten, in beiden Fällen Verschlechterung des Gases. Diese aber nöthigt zu einer Verlängerung der Saturation oder zu einer verfrühten Unterbrechung derselben.

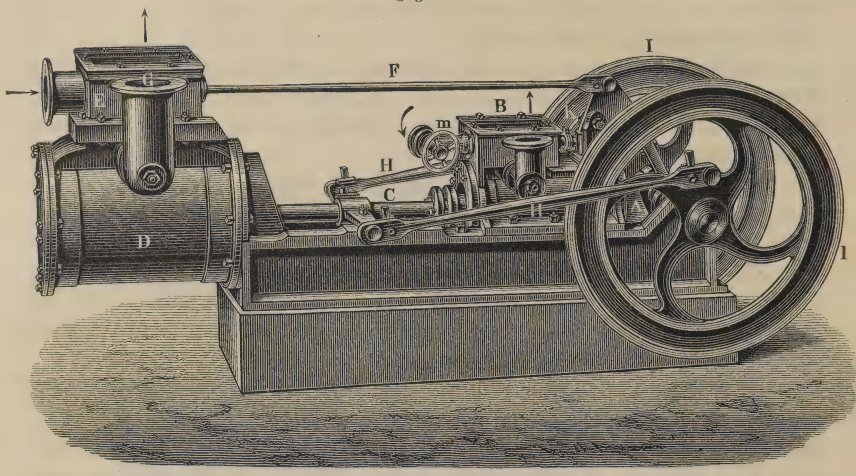
Die Kohlensäurepumpe pflegt man als selbstständige Maschine mit direktem Dampfbetrieb in der Nähe der Saturationsgefäße aufzustellen. Eine solche Pumpe, von der Konstruktion, wie sie jetzt sehr verbreitet ist, zeigt Fig. 69 (a. f. S.).

A ist der Dampfzilinder, *B* die Dampfsteuerung; der Dampf tritt in der Richtung der Pfeile ein und aus. *C* die Kolbenstange, welche für den Dampfkolben und den Pumpenkolben gemeinschaftlich ist.

D ist der Pumpenzilinder mit der Schiebersteuerung in *E*, welche durch die Schieberstange *F* regiert wird.

Die Kohlensäure wird bei *E* in der Richtung des Pfeiles eingesaugt und durch das Rohr *G* hinaus- und nach den Saturationspfannen gedrückt.

Fig. 69.



Man sieht ferner, wie von der Kolbenstange aus die beiden Pleuelstangen *H* die Schwungräder *I* bewegen und wie durch diese und die Exzentriken *K* die Schieber der beiden Kolben regiert werden.

Durch Stellung des Dampfventils *m* wird der Gang der Pumpe beschleunigt oder verlangsamt.

Häufige Untersuchung des Saturationsgases, wie es die vorstehend beschriebenen Einrichtungen liefern, ist in allen Fällen zu empfehlen; sie giebt, verbunden mit der genauen Beobachtung der Leitungs- und Ofendichtigkeit, bei jeder Art der Kohlensäuredarstellung leicht Aufschluß über den Gang dieser Darstellung, wobei man außerdem auf die Druckverminderung im Wascher und an anderen Stellen zu achten hat.

Zum Zwecke dieser Untersuchung bringt man an irgend einer passenden Stelle der Leitung zwischen der Pumpe und den Saturationsgefäßen einen kleinen Probehahn an, an welchen man einen Gummischlauch ansetzen kann, und prüft das hier ausströmende Gas auf seinen Gehalt an reiner Kohlensäure mittelst Absorption durch kaustisches Kali oder Kalilauge.

Hierzu eignet sich am besten die in Fig. 70 dargestellte Meßröhre, welche die Bestimmung in äußerst kurzer Zeit und ohne Mühe gestattet. Dieselbe ist in Kubikzentimeter mit Unterabtheilungen von Fünfteln getheilt, oben zu einer offenen Spitze verlängert und hier durch einen mit etwas Talg gedichteten Glashahn geschlossen; der Inhalt von diesem bis zu dem etwas vom unteren offenen Ende befindlichen Nullpunkte beträgt 50 Kubikzentimeter und der Punkt 50 liegt unmittelbar an dem Hahnverschluß. Natürlich ist jede andere Größe

der Raumtheile anwendbar, nur darf die Röhre nicht zu lang und nicht zu weit sein, damit sie mit dem Finger verschlossen und leicht gehandhabt werden kann.

Zur Entnahme der Gasprobe wird die Meßröhre in ein ziemlich weites zilindrisches Gefäß mit Wasser gestellt, der Gummischlauch des Probehähnchens über die Spitze gezogen, der Glashahn geöffnet und das Gas einige Minuten durch die Röhre und ihr Sperrwasser strömen gelassen. Hierauf schließt man erst den Glashahn und nimmt dann den Schlauch ab. Durch diese bequeme Art der Füllung wird die Luft aus der Meßröhre verdrängt und zugleich das Sperrwasser in so weit mit dem Gase gesättigt, daß kein Irrthum durch dasselbe weiterhin

Fig. 70.

Fig. 71.

bewirkt werden kann. Die Röhre ist nun bis zur Mündung mit Gas gefüllt; um dieses auf das genaue Volumen oder den Nullpunkt einzustellen, bringt man die Röhre in die in Fig. 71 dargestellte Lage und öffnet den Glashahn einen Augenblick, um ihn sogleich wieder zu verschließen, wodurch das Wasser ins Innere steigt und bei richtiger Haltung der Röhre gerade 50 Kubikzentimeter Gas in dieser absperrt. Man steckt nun ein Stückchen kaustisches Kali von unten in die Röhre und verschließt dieselbe mit dem Finger, dem man vorher einen Fingerling von Gummi übergezogen hat. Ist das Glasgefäß hierzu nicht weit genug, so

bringt man die mit einem Finger verschlossene Röhre in eine Schale mit Wasser, in welcher sie sich leichter bewegen läßt. Durch Umschütteln löst man das Kali in dem in der Röhre verbleibenden Wasser und bewirkt die Absorption durch mehrmaliges Umkehren derselben, worauf man sie unter dem Wasser öffnet; dieses steigt augenblicklich empor und erfüllt den Raum der absorbirten Kohlensäure. Man senkt die Röhre, welche man im Falle der Benutzung einer Schale wieder in den Glaszilinder zurückgehoben hat, nun so weit in das Wasser, bis die Oberfläche desselben innen und außen gleich steht. Die an der Theilung nach einigen Minuten abgelesene Zahl ergiebt, wie leicht zu verstehen, nach der Verdoppelung den raumprozentigen Gehalt des Gases an reiner Kohlensäure.

Aus dem Resultate der Untersuchung, wenn dasselbe ohne Veränderung im Gange des Ofens oder der Pumpe eine Verminderung des Gehaltes anzeigt, kann man den Schluß ziehen, daß irgendwo in der Leitung eine Undichtigkeit entstanden ist. Man pumpt in diesem Falle unnöthiger Weise große Mengen atmosphärische Luft durch den Saft; ist die Verminderung von einem geringeren Luftzutritt begleitet, was man an der Feuerung erkennen kann, so ist auf stellenweise Verstopfung zu schließen, welche dann meist die Entstehung einer Undichtigkeit zur Folge hat. In anderen Fällen wird man, bei gutem Gehalt des Gases, aber zu geringer Menge desselben, auf ungenügende Beschaffenheit der Pumpe zu schließen haben u. dgl. m.

Zur Behandlung des klaren Saftes mit Kohlensäure werden jetzt meistens einfache zilindrische Behälter, sogenannte Saturationspfannen, angewandt, welche mit Dampfschlangen zum Erhitzen und mit vielfach durchlöcherten gekrümmten Röhren zum Einleiten der Kohlensäure versehen sind. Am Boden befindet sich ein Hahn oder Ventil zum Ablassen des Saftes wie des Schlammes. Man vereinigt auch wohl die Schlangen für Kohlensäure und Dampf, indem man beides nach einander durch dieselben Oeffnungen in den Saft strömen läßt. Der Dampf tritt dann natürlich frei in den Saft und trägt etwas zu dessen Verdünnung bei; dabei hält er aber die Ausströmungsöffnungen für die Kohlensäure frei. Diese offenen Pfannen haben die Bequemlichkeit, daß man die Arbeit besser überwachen, während des Schäumens auch im Safte rühren kann. Sie dienen zugleich als Absatzkasten, indem nach einiger Zeit durch die Oeffnung am Boden erst klarer Saft, dann der Schlammabsatz in besondere Leitungen abgelassen werden kann.

Ein recht zweckmäßig eingerichtetes Saturationsgefäß zeigt Fig. 72. Dasselbe dient nicht allein zur Saturation des klaren Saftes, sondern kann eben so gut auch zur Schlammsaturation benutzt werden.

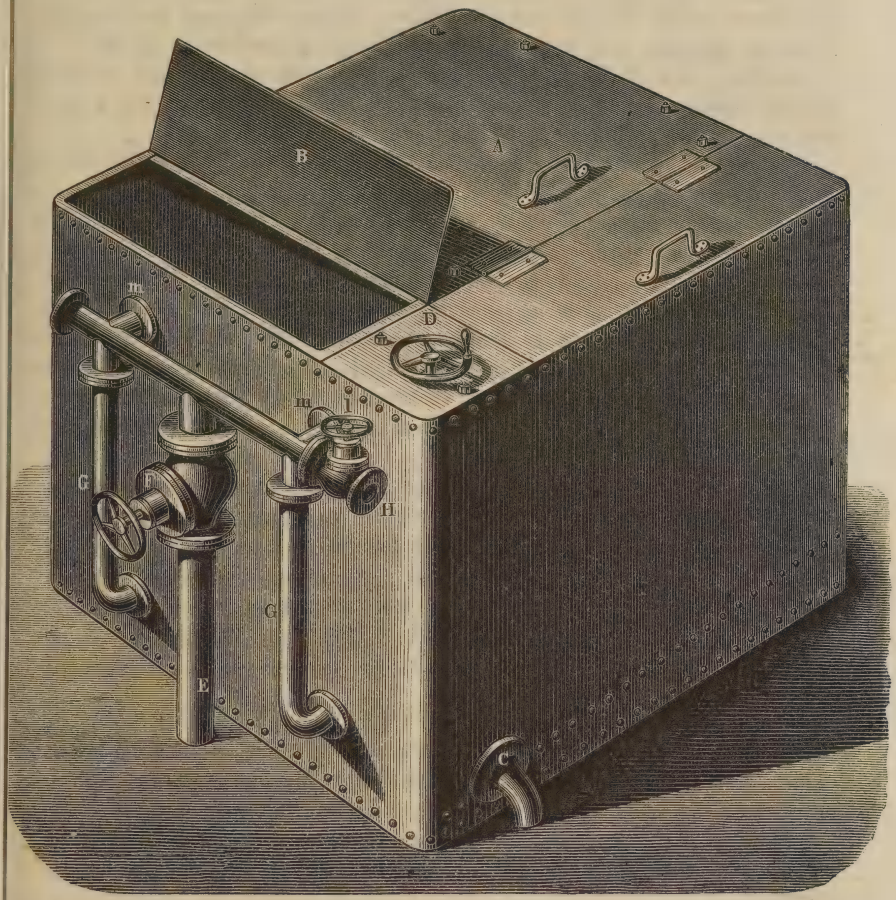
Der würfelförmige Kasten *A* ist durch den Deckel mit der Klappe *B* geschlossen; zweckmäßig wird ein Schlot zum Ableiten des Dampfes auf eine Ecke aufgesetzt.

D ist der Griff des Ablaßventils, *C* das Abflußrohr, die Röhre *E* leitet die Kohlensäure zu, welche durch das Ventil *F* abgesperrt oder eingelassen wird; sie vertheilt sich durch die beiden Arme *G* und tritt im Safte durch durchlöcherte Röhren aus.

Durch dieselben Röhren wird der Dampfeintritt vermittelt; wenn *F* geschlossen und das Ventil *I* geöffnet ist, tritt der Dampf durch das Rohr *H* und ebenfalls durch *G G* in den Saft.

Die beiden Stutzen *m m* führen zu dünnen, mit feinen Löchern versehenen in den oberen Theil des Kastens sich erstreckenden Röhren, durch welche Dampf auf den sich bildenden Schaum zum Niederschlagen desselben eingeblasen werden kann.

Fig. 72.



Der Saft kommt in den Saturationsgefäßen der einen oder anderen Art mit der Scheidetemperatur, also nahe dem Siedepunkte an; man läßt die Kohlensäure in anfangs schwächerem Strome durchgehen, was man leicht durch gleichzeitige Arbeit in zwei Gefäßen bewirken kann. Nach kurzer Zeit zeigt sich starkes Schäumen des Saftes, weßhalb der Strom noch gemäßigt, der Saft gerührt und eine geringe Menge Talg (oder Paraffin) zugesetzt werden muß. Wenn das

Schäumen nachläßt, so ist die Hauptaufnahme der Kohlensäure vorüber, man kann diese nun stärker einströmen lassen, was so lange fortgesetzt wird, bis eine genommene Saftprobe den gebildeten Niederschlag als in flockigem Zustande deutlich von der klaren Flüssigkeit getrennt und sich gut absetzend erkennen läßt. Je nach Bedürfniß, d. h. je nachdem man den Saft mit Rücksicht auf die fernere Entkalkung durch die Knochenkohle etwas mehr oder weniger kalkhaltig belassen will, kann man nach dieser *Probe* etwas stärker oder schwächer saturiren. Dann wird die Kohlensäure abgesperrt und der Saft durch Dampf zum Kochen erhitzt und hierauf einige Minuten absitzen gelassen. Man erhält dann den saturirten Saft klar und von dem Bodensatz sehr vollkommen getrennt durch einfaches Abfließenlassen. Der Bodensatz besteht wesentlich aus kohlensaurem Kalk in einem ziemlich körnigen Zustande; man leitet ihn zu dem Scheideschlamm und entzieht ihm mit diesem gemeinschaftlich den Saftrückhalt.

Wenn die Saturationspfannen zum Klären des Saftes durch Absetzenlassen nicht hinreichen, kann dies auch in besonderen Kasten geschehen, welche durch einen oder mehre Hähne in einiger Höhe über dem Boden den klaren Saft, und durch einen solchen im untersten Theile den Niederschlag abgeben. Auf die Filter soll der Saft — unter Einschaltung eines Sammelbehälters, der zugleich einen gewissen Saftvorrath enthalten soll — möglichst *heiß* und möglichst *klar* gelangen. Es sind deßhalb die Absatzkasten oder die als solche dienenden Saturationspfannen thunlichst vor Abkühlung zu schützen. Andererseits hat man besondere Vorkehrungen angebracht, um den Saft stets vollkommen klar zu bekommen. Am sichersten wirken unzweifelhaft Fachfilter oder Filterpressen, wie sie zur Entsaftung des Schlammes gebraucht werden.

Die *Wirkung der Saturation* auf die *Alkalität* des Saftes kann nie bis zur Neutralisation gehen, da derselbe Alkalien in Lösung enthält, die auch als kohlensaure Salze alkalisch reagiren. Man kann im Allgemeinen sagen, daß eine gute Saturation die Alkalität um die Hälfte oder etwas mehr vermindert. Die wesentlichere Wirkung der Saturation auf den Farbstoff des Saftes ist eine nicht unmittelbar sichtbare, sie wird es erst durch die Filtration, insofern die entkalkten Säfte besser entfärbt werden; auch die Filtersäfte *scheinen* heller, wenn sie neutraler sind.

Wenn die Saturation weiter fortgesetzt wird, so erfolgt bei dem klaren Safte keine andere Wirkung, als daß sich ein Theil der Fällung wieder durch die vermehrte Kohlensäure auflöst, und der Saft durch Verminderung der Alkalität seine Farbe etwas ändert. Es genügt dann starkes Aufkochen, um den kohlensauren Kalk wieder zu fällen; es ist aber zu empfehlen, die leichte Abscheidbarkeit des Niederschlages als praktisch einzuhaltende Grenze der Saturation zu betrachten.

In allen Fällen ist stärkeres *Kochen des Saftes* mit Kalk, sei es vor oder nach der Saturation, für die Saftreinigung von bestem Erfolg, und eine sehr zu empfehlende Ergänzung der Scheidung.

Neuere Scheidungs- und Saturationsverfahren.

Die einfache ältere Scheidung und die Saturation des vom Schlamme getrennten klaren Saftes ist seit einer Reihe von Jahren mehr und mehr von anderen Arbeitsweisen verdrängt worden, die ursprünglich in ziemlich deutlich gekennzeichneten Vorschriften auftraten, dann aber allmälig eine große Menge von Abänderungen erlitten haben. Es finden sich daher in den verschiedenen Fabriken zahlreiche Abstufungen und Uebergänge.

Wenn man dem Ursprunge der neueren Scheidemethoden nachforscht, so kommt man auf zwei Verfahrungsarten, die wesentlich von dem älteren und von einander verschieden sind, nämlich die doppelte Saturation und die Schlammsaturation.

Das Verfahren der doppelten Saturation oder Karbonatation von Perier-Possoz besteht im Wesentlichen in einer Theilung des Kalkzusatzes und der Kohlensäuresaturation in mehre Theile. Nach der ursprünglichen Vorschrift werden auf je 100 Liter Saft $2^1/_2$ Liter Kalkmilch von 0,2 Kalkgehalt in einem kontinuirlichen Strahle oder in 8 bis 10 Antheilen zugegossen, nachdem der Saft auf 60^0 erhitzt worden ist; die Temperatur wird unterdeß auf 80^0 erhöht. Es fallen dabei zuerst grünliche Albuminsubstanzen, dann mehr und mehr farblose Körper aus; schließlich ist der durch Absitzenlassen geklärte Saft merklich heller und reiner als der in gewöhnlicher Weise durch einmaliges Eingießen allen Kalkes erhaltene. Bei gewissen Arten Rüben bleibt indessen der Saft noch gefärbt, weßhalb demselben noch einige Tausendtel Kalk zuzusetzen und umzurühren ist, wobei unter Entstehung eines bräunlichen Absatzes Klärung erfolgt.

Der geschiedene klare Saft, welcher etwa 0,2 Proz. Kalk enthält, wird nun bei 60 bis 80^0 einem Strom von Kohlensäure ausgesetzt, welcher aus demselben kohlensauren Kalk mit Farbstoffen fällt; in dem Maße, als dies geschieht, läßt man Kalkmilch in einem Strahle wie das erste Mal zufließen. Der Kalk wird so abwechselnd im Safte gelöst und daraus gefällt, und entfernt allmälig alle Farbstoffe; die letzten Antheile des Niederschlages sind daher viel weniger braun als die ersten.

Die Menge Kalk, welche bei dieser ersten Saturation angewandt wird, wechselt je nach der Beschaffenheit der Rüben zwischen 0,2 und 1,5 Proz. Jedenfalls soll mit der Saturation aufgehört werden, wenn der Saft nur noch 0,1 bis 0,2 Proz. Kalk in Lösung hält. Diesen Punkt erkennt man an dem raschen Klarwerden einer Probe, oder indem man eine Probe des trüben Saftes mit ihrem gleichen Maße einer Lösung von Eisenchlorid (von 1,0035 Dichtigkeit bei 15^0) mischt und prüft, ob ein Tropfen des Gemisches mit einem Tropfen einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz gebläut wird. Ist dies der Fall[1]), so ist die Saturation beendet, wo nicht, so muß sie noch fortgesetzt werden.

---

[1]) Bei der gewählten Verdünnung zersetzt der 0,2 Proz. übersteigende Kalk die Eisenchloridlösung und verhindert also die Entstehung der blauen Farbe.

Der saturirte Saft wird durch Absitzenlassen geklärt und der abgezogene klare Saft zum zweiten Male saturirt und zwar, bis die Hälfte des in Lösung verbliebenen Kalkes ausgefällt ist. Man setzt dann ein Tausendtel Kalk hinzu, welcher gleich gelöst und sofort wieder gefällt wird, indem man nochmals Kohlensäure und zwar im Ueberschuß anwendet, um so vollständig wie möglich zu saturiren. Man erkennt das Ende der Operation wie vorher, nur unter Anwendung einer mit ihrem siebenfachen Maße Wasser verdünnten Eisenchloridlösung.

Endlich bringt man zum Kochen und läßt absitzen, um den klaren Saft abzuziehen.

Die sichtbare Wirkung des Verfahrens im Vergleich zu dem älteren, einfacheren, besteht in einer sehr bemerkbar helleren Farbe des Saftes, worauf dann die Verminderung der Filtration gegründet worden ist. Man wird aber nicht übersehen, daß die Farblosigkeit kein Beweis für Reinheit ist, und daß die bei den nachträglichen Scheidesaturationen wirklich aus dem Safte entfernte Menge fremder Stoffe nur eine sehr geringe sein kann; wenn man daher dieselben Erfolge erreichen will, wie bei anderen Arbeitsweisen, so darf an Knochenkohle nicht gespart werden. Dazu kommt, daß die Menge des erhaltenen Schlammes verschiedener Art und mithin der Zuckerverlust darin in demselben Maße größer ist, als die verwendete Kalkmenge vermehrt wird.

In der ursprünglichen Form ist das Perier-Possoz'sche Verfahren wohl kaum noch in Anwendung: an seine Stelle sind, zum Theil unter Beibehaltung der wiederholten Scheidungen und Saturationen, meistentheils Kombinationen mit dem Folgenden getreten.

Schlammsaturation; Jelineck'sches Verfahren. Die wesentliche Eigenthümlichkeit dieses Verfahrens besteht in der Vereinigung der Scheidung und Saturation in eine einzige Arbeit, sowie in der Anwendung einer niedrigen Scheidetemperatur.

Nach dem ursprünglichen Verfahren wird die Kohlensäure nicht auf klaren, sondern nur auf den mit dem gesammten Kalk und Schlamm der Scheidung gemischten Saft angewendet, und zwar in folgender Weise: Die Scheidepfannen sind mit Kohlensäureschlangen versehen und haben eine hinreichende Größe, um den bei der Saturation hoch aufschäumenden Saft und Schlamm aufnehmen zu können. Dem Saft wird eine bedeutende Menge Kalk ($1^1/_2$ bis 5 Proz., meist aber $2^1/_2$ bis 3 Proz. vom Gewichte des Saftes) zugesetzt, nachdem der Saft auf etwa 45^0 erwärmt worden ist. Man fügt den Kalk als Kalkmilch auf einmal zu und beginnt dann sofort, Kohlensäure einzuleiten und gleichzeitig zu erwärmen, ohne jedoch bis zum Siedepunkte zu gehen.

Es findet also eine Scheidung bei mittlerer Temperatur unter Anwendung von viel Kalk und gleichzeitig Saturation statt. Je größer die Menge des niedergeschlagenen Kalkes, desto beträchtlicher die Reinigung, welche durch die gleichzeitig stattfindenden abwechselnden Zersetzungen gewissermaßen in einer einzigen Operation die getrennten des vorhergehenden Verfahrens darstellt.

Anfangs läßt man die Kohlensäure nur langsam einwirken und verstärkt den Strom erst bei 60 bis 70^0. Wenn die Temperatur von höchstens 90^0 er-

reicht ist, wird die Operation beendet und der Schlamm vom Safte getrennt, was nur mittelst der Filterpressen möglich ist.

Die Anwendung großer Kalkmengen, die schon früher empfohlen war, scheiterte an der Unmöglichkeit, die entsprechenden Schlammmengen zu verarbeiten. Die Filterpressen haben diese Möglichkeit geboten und somit erst die Scheidung mit viel Kalk möglich gemacht. Ohne daß der Schlamm größtentheils saturirt worden, würde trotzdem die Arbeit auf große Schwierigkeiten stoßen, und dies wird besonders durch das Schlammsaturations- oder Scheidesaturationsverfahren erreicht.

Hier bewirkt der verstärkte Kalkzusatz eine bemerkliche Reinigung und Farbenaufhellung, allein die Temperatur, bei welcher er geschieht, macht die Eiweißausscheidung zu einer unvollständigen und schließt diejenige Thätigkeit des Kalkes, welche erst beim Kochen mit dem Saft eintritt, völlig aus. Außerdem ist selbst der erhöhte Kalkzusatz ein großentheils illusorischer, da ein nicht unbedeutender Theil desselben schon bald nach seinem Zusatz und bei niedriger Temperatur durch die Kohlensäure unwirksam gemacht wird. Das Ziel eines erhöhten Kalkzusatzes wird demnach um den Preis einer noch darüber gesteigerten Kalkmenge, und um den einer niedrigen Scheidetemperatur erreicht.

Die nothwendig lange Dauer der Saturation des Schlammes und die Gegenwart aller durch den Kalk gefällten Stoffe macht die Wiederauflösung eines Theiles der letzteren möglich, wie denn in der That durch absichtliche Verlängerung der Saturation graue oder schwarze (ungeschiedene) Säfte zu erzielen sind, so daß eine derartige Verlängerung der Kohlensäureeinwirkung unbedingt vermieden werden muß. Was man von der Wirkung der Scheidesaturation *sehen* kann, betrifft natürlich nur die Farbe der Säfte und diese ist wesentlich heller, ohne daß jedoch eine wesentliche Verminderung der Filtration ohne Nachtheil stattfinden könnte. Vorzügliche Resultate werden nur erzielt, wenn man die Kohlenersparniß nicht als Hauptsache betrachtet und nicht weiter treibt, als die Vervollkommnung der später anzuwendenden Reinigungsmittel für den Zucker gestattet, und wenn man zweitens das Verfahren so modifizirt, daß dasselbe seinen ursprünglichen Charakter zum Theil einbüßt, indem es durch unumgängliche, auf Erkenntniß der Kalkeinwirkung beruhende Arbeiten vervollständigt wird.

Diese letzteren lassen sich auf die Hinzunahme der Behandlung des Saftes an irgend einer Stelle mit *Kalk bei hoher Temperatur* zurückführen.

Die Scheidesaturation oder das *Jelineck*'sche Verfahren sowohl in seiner früheren, wie in seiner modifizirten Gestalt, wie auch in seiner Verbindung mit dem *Possoz*'schen, hat vorzüglich deßhalb so große Verbreitung gefunden, weil es viele *praktische* Vorzüge vor der älteren Scheidung besitzt. Diese lassen sich dahin zusammenfassen, daß es die Anwendung *beliebiger Kalkmengen* erlaubt, und zwar, daß es dieselbe gestattet, *unabhängig von der Natur des Saftes*. Während man bei der älteren Scheidungsart (es ist nur von dieser einfachen die Rede) gerade bei denjenigen Säften, welche größere Kalkmengen erheischen, vielfach gezwungen ist, der Trennung von Saft und Schlamm wegen, geringere Mengen anzuwenden, während man ferner die Säfte mancher Saftgewinnungsverfahren nur unvollkommen danach zu behandeln vermag, und während man endlich

zu jeder Zeit, ja fast bei jeder Pfanne genöthigt ist, mit Sorgfalt auf den Erfolg zu achten und je nach Maßgabe desselben die Menge des Scheidekalkes zu ändern, — gestattet die Schlammsaturation die Anwendung einer stets gleichbleibenden und zwar einer so hohen Kalkmenge, daß sie für jeden Fall ausreicht, weil sie meistens zu hoch ist. Außerdem ermöglicht sie die Ausführung einer von der Beschaffenheit des Saftes unabhängigen, daher für die Praxis viel bequemeren Arbeit, welche nicht einmal beim Uebergange von einem Saftgewinnungsverfahren zum anderen eine Veränderung zu erfahren braucht, und welche ganz besonders die Scheidung der Säfte des Diffusionsverfahrens in einer dem Fabrikbetriebe leicht anzupassenden Weise ermöglicht.

Wenn eine einfache und wohlfeile Trennung von Saft und Schlamm nach dem Kochen von Saft mit viel Kalk (1 bis 3 Proz.) ausführbar wäre, ohne große Kosten zu verursachen, so läge keine Veranlassung vor, ein anderes Verfahren zu empfehlen. Allein das Produkt einer solchen Scheidereinigung ist mit den jetzigen Einrichtungen der Zuckerfabrikation nur mit Hülfe der Filterpressen in Saft und (festen) Schlamm zu scheiden, da Absitzenlassen nur in sehr langer Zeit und nur unvollkommen wirkt, und der mit starkem Kalküberschuß versehene Schlamm solcher Arbeit würde derartige Kosten (an Tüchern) verursachen, dazu sich auch so unvollständig entsaften, daß eine Abänderung unbedingt erfordert wird. Diese bietet die Schlammsaturation in natürlicher Weise dar, da der Kalkschlamm nach genügender Saturation sich weit vollständiger und mit unverhältnißmäßig geringeren Kosten vom Safte trennen läßt.

Als eine Schattenseite der Schlammsaturation ist der Umstand zu betrachten, daß dieselbe eine große Menge (bis 9 Proz. vom Gewichte der Rüben) und zwar um so mehr Schlamm liefert, je höher die gewünschte Vermehrung des Kalkes getrieben wird, und daß in diesem Schlamm, auch bei guter und sorgfältiger Arbeit ein großer Zuckerverlust unvermeidlich bleibt, welcher nur wieder um den Preis von Arbeitskosten vermindert werden kann.

Hier möge nun zunächst die Beschreibung einiger Beispiele von praktisch im großen Betriebe angewandten, aus den ursprünglich abgeleiteten Scheidungsmethoden folgen, deren Beurtheilung nach den bisherigen allgemeinen Betrachtungen unschwer sich ergeben dürfte.

a. Man erhitzt den Saft auf 50^0, setzt $1^1/_2$ Proz. vom Rübengewicht Kalk hinzu, erwärmt langsam auf 60^0 und fügt dann noch 0,5 Proz. Kalk zu. Schon beim ersten Zusatz beginnt man mit der Saturation, und setzt diese so lange fort, bis der Niederschlag von einer Probe als sich leicht und vollständig absetzend erkannt wird. Man erwärmt dann auf 88^0, läßt 5 Minuten absitzen, saturirt den klaren Saft zum zweiten Male, klärt wieder durch Absitzenlassen und erhitzt auf 78^0 vor der Filtration.

Dies ist, wie man sieht, eine einfache Kombination des Perier-Possoz'schen mit dem Jelineck'schen Verfahren.

b. In einem anderen Falle erhitzt man den (Diffusions-) Saft auf 70 bis 78^0, fügt 1 Proz. Kalk zu und saturirt ohne weitere Erhitzung bis zur

schwachen Probe. Dann fügt man noch 1 Proz. Kalk zu, läßt aufkochen, und vollendet die Saturation; man vermehrt die Kalkmenge zuweilen auf 3 Proz.

c. Folgendes etwas umständliche Verfahren hat sich in manchen Fabriken aus den verschiedenen Verbesserungen entwickelt; es begreift die Arbeit in mehren Stationen und erfordert daher viele Räume, die übereinander angeordnet sein müssen, liefert aber gute Resultate. Der Saft (von der Diffusion kommend) wird ohne vorhergehende Erwärmung mit $2^1/_2$ bis 3 Proz. Kalk gemischt und dann saturirt und gleichzeitig erhitzt, jedoch nicht über 70^0, also nicht bis zum Siedepunkte; dann wird Schlamm und Saft mittelst Filterpressen getrennt und der klare Saft, wie auch der noch weiterhin aus dem Schlamm ausgezogene, mit etwas Kalk versetzt und stark aufgekocht, dann nochmals saturirt, und abermals durch besondere Filterpressen geklärt.

d. Der Saft wird nach dem Erhitzen auf 80 bis 85^0 mit $^3/_4$ Proz. Kalk versetzt, dann sehr schwach saturirt, so daß nur eine schwache Abscheidung erfolgt und keine Rückscheidung stattfinden kann, und nun Alles durch Filterpressen oder durch Absitzenlassen in genügend großen Behältern geklärt, was in Folge der theilweisen Saturation sehr leicht geschieht. Dem blanken Saft wird ferner $^1/_2$ Proz. Kalk zugesetzt und damit möglichst lange und stark gekocht; dann wird fertig saturirt und erst durch Absitzenlassen, dann der Absatz durch besondere Filterpressen geklärt.

e. Nach dem Erhitzen des Saftes auf 85^0 fügt man $1^1/_2$ bis 2 Proz. Kalk zu und beginnt mit der Einleitung von Kohlensäure, welche beendet ist, wenn gleichzeitig der Saft Siedetemperatur erhalten hat. Das Gemisch wird nun entweder durch Filterpressen oder in geräumigen Absatzkasten in Schlamm und Saft getrennt und letztere ohne weitere Behandlung verarbeitet. Da er beim Absitzenlassen nie vollkommen klar wird, so ist eine Filtration durch besondere Fachfilter oder kleine Vorfilter vor der Behandlung mit Knochenkohle nothwendig.

f. Sehr empfehlenswerthes rationelles und einfaches Verfahren. Der Saft wird auf 55 bis 60^0 erhitzt, dann 1 Proz. des Rübengewichtes an Kalk zugesetzt und saturirt, während man den Saft bis 80^0 erwärmt. Die Saturation ist beendet, wenn sich an der Probe eine gute Abscheidung des Niederschlages erkennen läßt; sie darf nicht über den an der Probe erkennbaren Beginn dieser Abscheidung hinaus fortgesetzt werden. Nun erhitzt man zum Kochen, trennt den Saft vom Schlamme durch Filterpressen, fügt zu ersterem noch $^1/_2$ Proz. (des Rübengewichtes) Kalk, kocht 10 Minuten lang und saturirt dann zur Absitzeprobe, kocht nochmals auf und trennt Saft und Schlamm durch Absitzenlassen. Dieser zweite Schlamm wird mit dem schlammigen Safte der ersten Saturation vor dem Durchtreiben durch Filterpressen vereinigt, der klare Saft geht zu den Filtern, wird aber zweckmäßig nochmals durch Vorfilter oder eine Filterpresse vollkommen klar gemacht.

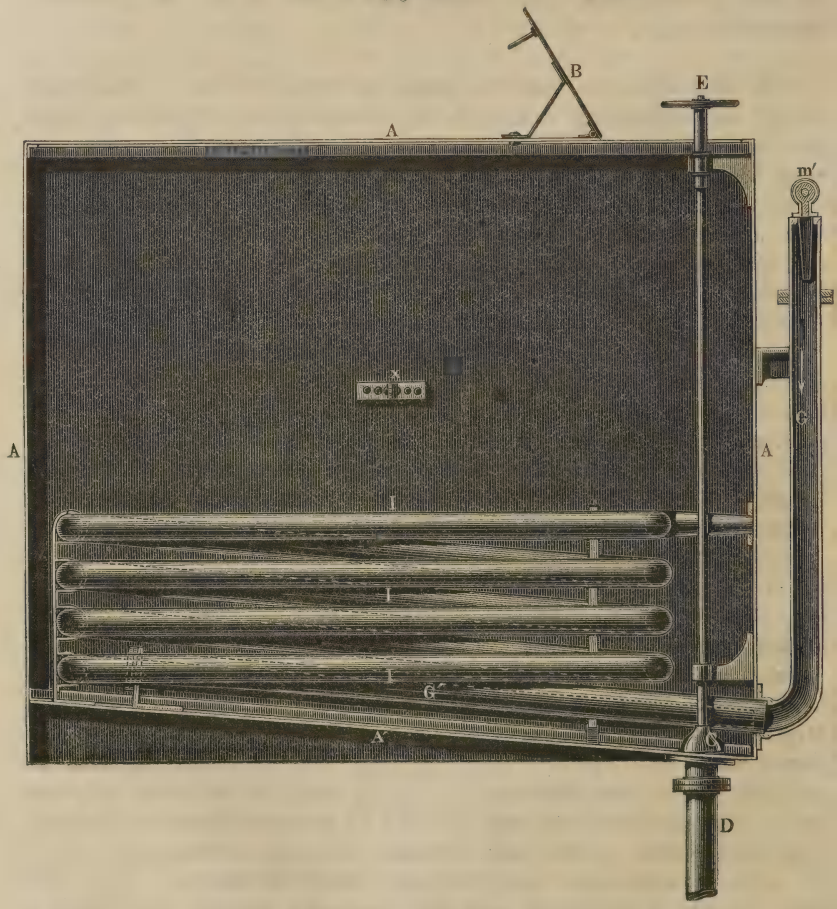
Zu allen diesen Arbeitsweisen ist eine reichhaltige Kohlensäure un-

bedingt nöthig; bei einem Gase, welches nicht 16 bis 20 reine Kohlensäure enthält, geschieht die Fällung zu langsam und die Abscheidung des Saftes vom Schlamme nicht in der eine rasche und gute Arbeit ermöglichenden Weise.

Die Gefäße, in welchen die Schlammsaturation ausgeführt wird, sind jetzt meist viereckige Kasten mit den erforderlichen Leitungen. Im Anfang der Einführung dieser Arbeitsweise benutzte man vielfach die bisherigen Scheidepfannen dazu, nachdem sie durch die nöthigen Abänderungen für den Zweck tauglich gemacht worden.

Eine Einrichtung für die Schlammsaturation, welche jetzt ziemlich allgemein, wenn auch mit geringen Abänderungen, benutzt wird, stellen die Figuren 73, 74 und

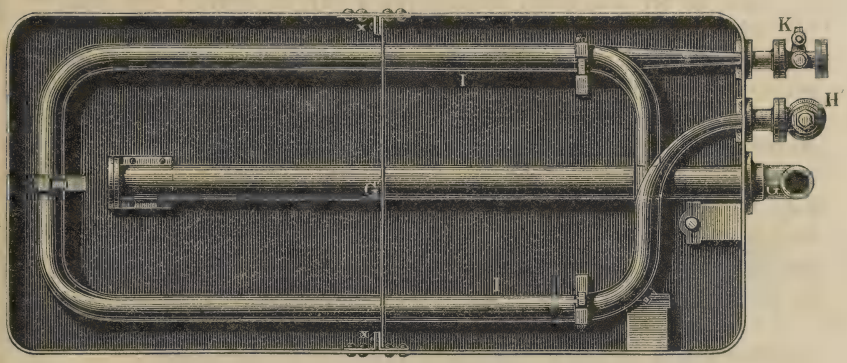
Fig. 73.



75 dar. Diese Kasten sind ganz ähnlich dem oben S. 37 beschriebenen eingerichtet, nur ist, dem Zweck entsprechend, der Steigraum für den Schaum und

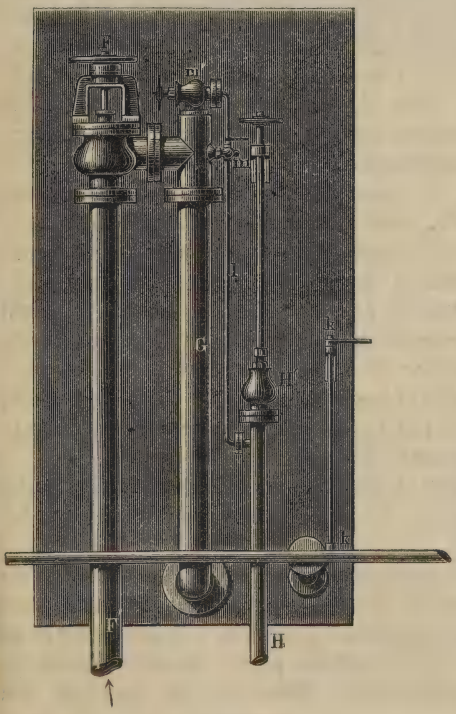
Saft erheblich größer. Fig. 73 ist der Längendurchschnitt, Fig. 74 der Grundriß und Fig. 75 die Vorderansicht.

Fig. 74.



Der viereckige Kasten *A* mit dem geneigten Boden *A'* ist oben geschlossen und mit dem Deckel *B* versehen. An einer anderen Stelle wird passend ein Schlot angebracht. *C* ist das durch den Griff *E* regierte Ablaßventil über dem Ablaßrohr *D*.

Fig. 75.



Die Kohlensäure tritt in der Richtung des Pfeiles bei *F'* ein und durch das Ventil *F* in das Rohr *G* und aus den Oeffnungen des horizontalen Rohres *G'* in die Flüssigkeit.

Der Dampf tritt durch das Rohr *H* und das Ventil *H'* in die Schlange *I*, *I*; *k* ist der Ausgang des Dampfes mit dem Griff *k* für das Rückdampfventil.

Das Rohr *l*, welches sich von der Dampfleitung abzweigt, steht durch das Ventil *m'* mit der Kohlensäureleitung in Verbindung und dient zum Ausblasen und Reinigen derselben. *m* ist ein Probehahn zum Untersuchen der Kohlensäure. *x x* sind Versteifungsstangen zur Befestigung des Kastens.

3) Die Schlammarbeit.

Der bei der Scheidung, der Saturation und der Scheide- oder Schlammsaturation gebildete Schlamm muß vom Safte getrennt und dann noch von dem größten Theile des in ihm zurückbleibenden Saftes befreit werden, damit der stets vorhandene Zuckerverlust möglichst vermindert werde. Die Trennung des Schlammes von dem Safte geschieht bei der älteren einfachen Scheidung durch freiwillige Ansammlung des Schlammes als Saftdecke, bei mehren neueren Arbeitsweisen durch Absitzenlassen, zum Theil in besonderen Gefäßen (Absetzkasten). Wo dies nicht der Fall, geschieht die Trennung, ebenso wie unter allen Umständen die Entsaftung, jetzt allgemein durch Filterpressen, welche die ältere unvollkommene und namentlich unangenehme Schlammauspressungsarbeit verdrängt haben und die hier daher allein beschrieben werden sollen.

Wenn je nach der Arbeitsweise zweierlei Schlamme entstehen, so findet deren Entsaftung meist gemeinschaftlich statt.

Es mag hier indessen gleich bemerkt werden, daß die Filterpressen durchaus keine vollständige Entsaftung erreichen lassen.

Es giebt hauptsächlich zwei Arten von Filterpressen, nach welchen sich alle gebräuchlichen ordnen lassen: die eine enthält außer den mit Filtrationsflächen versehenen, also massiven Rahmen, noch freie Zwischenrahmen, in denen sich die Schlammkammer durch Seitenverschluß von den beiden benachbarten Siebflächen bildet und die mit dem darin hergestellten Schlammkuchen aus der Presse herausgehoben und außerhalb derselben entleert werden; die andere Art enthält solche besondere Rahmen nicht, sondern bildet die Kuchen zwischen den Vertiefungen von je zwei Siebrahmen; dieselben werden entleert, indem man nur die Rahmen auseinander schiebt, aber keinen herausnimmt.

Die Filter der ersteren Art, die man als Daneck'sche Filter bezeichnen kann, haben den den Eintritt des Schlammes vermittelnden Kanal oben oder an der Seite, im eigentlichen Rahmen, die der anderen, die sogenannten Trinks'schen, in der Mitte des Sieb- oder kannelirten Raumes. Sie zeigen in der Behandlungsweise und in dem Resultat deutlich gekennzeichnete Unterschiede; die Wahl zwischen beiden Arten richtet sich namentlich nach der Art der weiteren Behandlung der Schlammkuchen zum Zwecke der Gewinnung noch rückhaltigen Saftes.

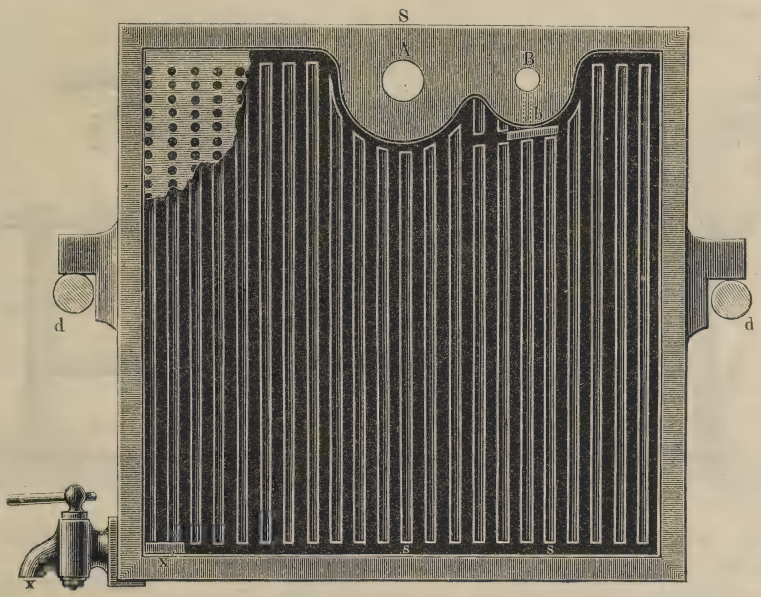
Eine Daneck'sche Filterpresse ist in den Figuren 76, 77 und 78 dargestellt, welche die Einrichtung versinnlichen, wie sie namentlich von Dehne in Halle in zahlreichen Exemplaren ausgeführt worden ist.

Die beiden Figuren 76 und 77 stellen die beiden Arten Rahmen dieser Presse dar, die folgenden zwei Figuren sind Längenaufriß und Hinteransicht der Presse.

Der Saftrahmen oder die Filterplatte *S*, Fig. 76 (in vergrößertem Maßstabe), bietet auf beiden Seiten eine aus dem Rahmen und den auf die Saftrinnen gelegten gelochten Bleche gebildete ebene Fläche dar; der Rahmen *R*, Fig. 77, ist offen und dient, indem er zwischen je zwei Platten befindlich ist, zur Herstellung des Schlammkuchenraumes. Man sieht in der Fig. 78,

wie diese Platte und Rahmen abwechselnd zu einer Filterpresse zusammengestellt sind und 18 Kammern in derselben bilden. Dabei sind sie mittelst Knaggen

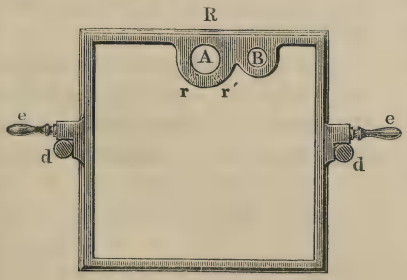
Fig. 76.



auf die eisernen Stangen *d* aufgehängt und können mittelst der Holzgriffe *ee* oder durch in die Löcher *ff* gesteckte Bolzen verschoben oder herausgenommen werden.

In einer Verbreiterung der Rahmen und Platten befinden sich die beiden runden Oeffnungen *A* und *B*, deren erstere für den Schlamm, die andere für den Dampfdurchgang bestimmt ist. In den Rahmen *R* ist eine Verbindung des inneren freien Raumes mit der Oeffnung *A* durch die Durchgänge *rr'* hergestellt, während bei den Platten die Dampföffnung *B* nicht mit dem Hohlraum der Rahmen, sondern mit den Rippen der Platten in Verbindung steht (Fig. 76).

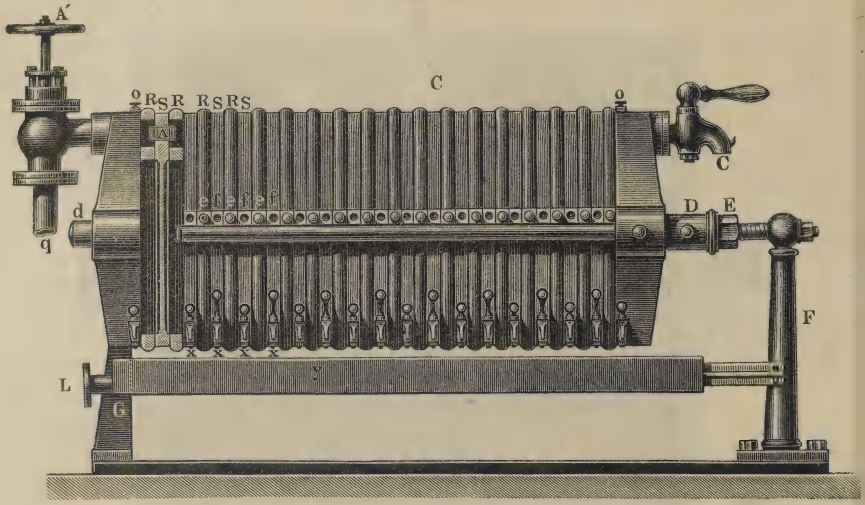
Fig. 77.



Die Rahmen bilden also den äußeren Umfang, die Platten die Seitenwände der Schlammkammern; alle sich berührenden Rahmentheile sind gut abgehobelt und dichten mit Hinzunahme der eingehängten Leinwandtücher beim Zusammenschrauben vollkommen. In Fig. 78 sieht man die Platte *S* mit ihrem Ueberzug von Siebblech auf beiden Flächen, zwischen den benachbarten in der Mitte ganz

offenen Rahmen RR; in dieser Weise wird eine je nach der Größe der Presse verschiedene Anzahl neben einander aufgestellt, dann die Kappen D vorgelegt und

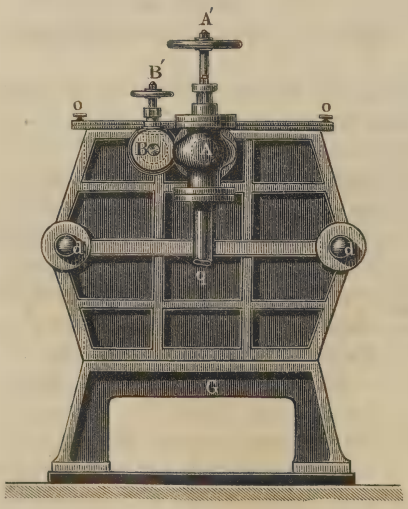
Fig. 78.



durch kräftiges und gleichmäßiges Anziehen der Schraubenmuttern E gedichtet. Das Ganze ruht auf dem Holme G und den Füßen F.

Ueber die Platten werden die jedesmal beide Seiten bedeckenden Tücher, welche den Oeffnungen A und B entsprechende Ausschnitte haben, gehängt, die frei herabhängenden Kanten werden unten etwas zusammengeheftet; an die Kopfstücke nn kommt natürlich nur ein einfaches Tuch, welches dann mittelst der Schienen und Schrauben oo an denselben befestigt wird.

Fig. 79.



Die Vereinigung der Oeffnungen in den Platten und Rahmen stellen die Kanäle her, durch welche durch das Ventil A' der Schlamm, durch B' der Dampf eintritt. Der Kanal A endet in dem Hahn C. Der Schlamm kommt bei q aus dem Saftheber und strömt unter dem Einfluß des drückenden Dampfes durch A und rr' in die Rahmenkammern und giebt seinen Saft durch Filtration nach beiden Seiten ab; dieser dringt durch die Tücher und Siebe und wird von den Rinnen der kanne-

en Platten nach der unteren Rinne geleitet, von wo er durch die Oeffnung X' und die Hähne x in die Sammelrinne y gelangt, um bei L abzufließen. Nach und nach setzt sich der Schlammrückstand immer dichter in den Rahmen fest, bis endlich kein Saft mehr aus den Hähnen ausfließt, ohne daß indeß hier Dampf erscheinen darf. (Dieses wäre nämlich ein Beweis dafür, daß der Saftheber statt Schlamm Dampf lieferte, also leer wäre, in welchem Falle man denselben von neuem mit Schlamm füllen muß.) Man schließt nun das Schlammventil A' und treibt zunächst den im Kanal A zurückbleibenden Schlamm durch einen in denselben mündenden Dampfstrom aus. Dann wird noch ein Theil des vom Schlamme zurückgehaltenen Saftes durch Dampf verdrängt oder der Schlamm „abgesüßt". Dazu wird der Dampf durch den Kanal B eingelassen und während dieser Zeit die Hälfte der Hähne x geschlossen, damit der Dampf durch die Schlammkuchen hindurch nach außen dringt und so etwas Saft aus denselben entfernt; man sieht bei b den zu der Rinne führenden Kanal und die Ausmündung dieses in der Rinne. Auch kann man zu diesem Zwecke unter hidrostatischem Drucke einfließendes Wasser benutzen. Wenn nun die offenen Hähne Dampf geben, schließt man das Dampfventil, schraubt die Muttern E zurück und hebt nach einander die Rahmen heraus, in welchen der Schlamm festhaftende dichte Kuchen bilden muß, die man in bereitstehende Wagen ausschlägt. Die Oeffnungen und Durchgänge werden gereinigt, die Rahmen wieder an ihre Stelle gesetzt, und Alles fest verschraubt. Man dämpft dann aus, was auch bei Anfang der Arbeit mit Vorsicht geschehen muß, und stellt den Schlamm wieder langsam an, da sonst anfangs viel trüber Saft kommt. Beschädigungen an Tüchern erkennt man an dem gelieferten, trübe bleibenden Saft; man macht sie durch Schließen der betreffenden Hähne unschädlich.

Das Waschen der Tücher erfolgt zunächst, indem man die Pressen mit Wasser gefüllt einige Zeit (z. B. über Sonntags) stehen läßt; versagen die Tücher den Dienst, so werden sie herausgenommen, in schwach angesäuertem Wasser eingeweicht und dann gut ausgewaschen. Der Verbrauch ist bei nicht saturirtem Schlamm ein ziemlich starker, bei saturirtem verhältnißmäßig geringer, in allen Fällen aber bildet er einen unvermeidlichen Kostenpunkt.

Die Tücher leiden vornehmlich durch die Alkalität der Säfte und des Schlammes, während die mechanische Wirkung mehr zurücktritt.

Bei der großen Menge Schlamm, welche die neueren Scheidungsmethoden liefern, ist der Verbrauch an Leinwand stets ein großer; ein passendes, in jeder Weise zufriedenstellendes Ersatzmittel dafür ist bisher nicht gefunden worden.

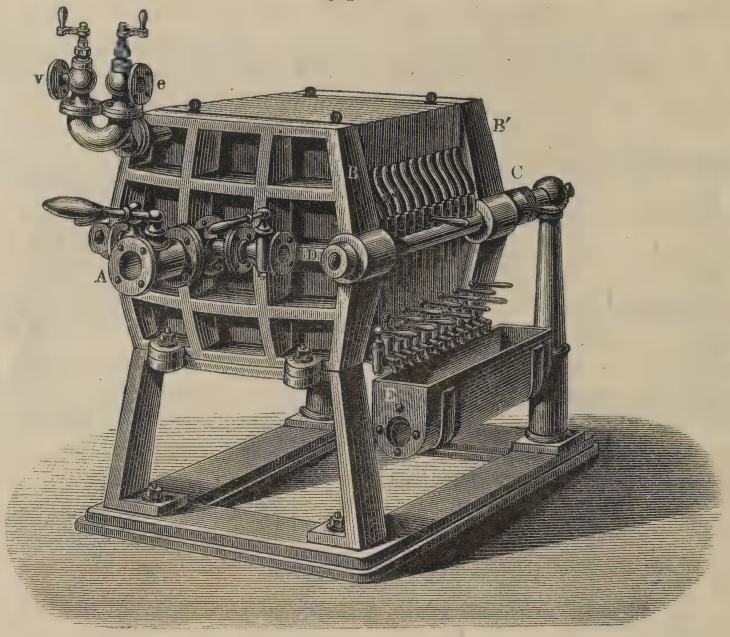
Eine Filterpresse nach Trincks'schem System ist in Fig. 80 (a. f. S.) in Ansicht dargestellt; Fig. 81 ist eine der hier durchweg gleichen Rahmen oder Platten.

Diese haben einen über die kannelirte Fläche vorspringenden Rand und bilden so zu je zweien zwischen sich den nach der Mitte etwas verbreiterten Raum für die Preßkuchen, welche also nicht in besonderen Rahmen ihren Platz finden und damit herausgenommen werden können. Diese Platten 1, 2, 3 ... ruhen mit den vorspringenden Knaggen auf den am Ende mit Schraubenwindungen

versehenen Stangen *C*, welche wie bei der vorigen Filterpresse auf dem Fußgestelle befestigt sind.

Der Schlammweg befindet sich in der Mitte der ganzen Presse; der Schlamm tritt durch *A* in den Kanal ein, welchen die Verbindung der Mittelöffnungen *A'*

Fig. 80.



der Platten bilden. *D* ist ein Dampfhahn, welchen man gebraucht, um diesen Kanal vor dem jedesmaligen Entleeren der Presse zu reinigen und nach dem Entleeren die Presse auszudämpfen.

Die Platten sind an ihren vorspringenden Rändern *b* genau abgeglichen, so daß sie, wenn die Tücher darüber gehängt sind, dicht an einander schließen. Die Rippen vereinigen sich unten in einen inneren Kanal, der den Saft durch die seitlichen Hähne in die Rinne *E* ableitet. Die Hähne können sowohl bei *r* wie bei *r'* angesetzt werden. Ueber die gerippte Fläche ist ein Metallsieb gelegt, welches mittelst Schrauben und der Löcher *t t* befestigt wird. Tücher mit, der Oeffnung *A'* und dem Durchgang *o* entsprechenden Ausschnitten werden über jede Platte gehängt und sind daher sehr leicht auszuwechseln; an der Kopfplatte sind die halben Tücher mittelst Schienen und Schrauben befestigt.

Fig. 81.

Die Löcher *o* in jeder Platte bilden durch ihre Vereinigung einen Kanal, welcher zum Absüßen der Kuchen mittelst Dampf dient, der bei *v* eintritt. *e* ist ein ähnliches Ventil für Wasser, doch wird hiermit nur selten abgesüßt.

In der Hälfte der Platten ist der Durchgang *o* durch eine Oeffnung mit den Rinnen der Platte in Verbindung. Wenn nun die Saftabflußhähne dieser Platten geschlossen werden, während die der damit abwechselnd aufgestellten, welche diese Verbindung nicht besitzen, offen bleiben, so muß der Dampf (oder das Wasser) beim Oeffnen des Ventils durch die Kuchen hindurch nach den unten in den benachbarten Platten geöffneten Hähnen gehen und so ein Absüßen der Kuchen bewirken.

Dies geschieht bei dieser Art Pressen in vollkommnerer Weise als bei denen der ersteren.

Die Arbeit mit dieser Filterpresse ist eine sehr einfache: Wenn die Platten durch Zusammenschrauben der Kopfstücke *B* und *B'* fest an einander gedrückt sind, so erhitzt man die Presse langsam durch einen durch die Mitte geleiteten Dampfstrom und läßt dann den Schlamm so lange hineindrücken, bis aus den Hähnen kein Saft mehr ausfließt; dann werden die Hähne zur Hälfte geschlossen, wozu sie abwechselnd hoch und niedrig stehende Griffe haben, und einige Zeit lang Dampf durch den Kanal *o* gelassen, um noch möglichst viel Saft zu erhalten. Nun brauchen nur die Schrauben *C* gelöst und die Platten etwas auseinander geschoben zu werden, worauf die zwischen denselben gebildeten festen Schlammkuchen leicht herabfallen, wobei man mit langen hölzernen Messern nachhilft. Es brauchen also keine Rahmen herausgenommen und wieder eingesetzt zu werden, was die Arbeit sehr wesentlich erleichtert und beschleunigt. Die Schlammpreßlinge werden aus dem Raume unter der Presse herausgeschaufelt oder fallen auch direkt in untergeschobene Wagen.

Sind die Räume zwischen den Platten entleert, so werden diese wieder zusammen geschoben, durch die Schrauben gedichtet, ausgedämpft und von Neuem mit Schlamm beschickt. Zum Hin- und Herschieben der Platten werden Griffe in Löcher der vorspringenden seitlichen Knaggen eingesteckt.

Im Uebrigen unterscheidet sich die Arbeit mit diesen nicht von derjenigen mit den Pressen der ersteren Art.

Der Vortheil derselben besteht in der erleichterten Entleerung und der dadurch beschleunigten Arbeit; auf der anderen Seite bieten jene einen besonderen Vorzug bei einer bestimmten Art der weiteren Entsaftung der Kuchen, wovon später die Rede sein wird.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß die Arbeit um so schneller geht und die Rückstände um so fester, also saftärmer werden, je dünner die Kuchen sind. Allerdings wird die geleistete Arbeit in demselben Verhältnisse bei sonst gleicher Zahl der Rahmen vermindert, mithin auch kostspieliger. Bei der zuletzt beschriebenen Form läßt sich eine geringere Dicke der Kuchen viel leichter erzielen, als bei der ersteren.

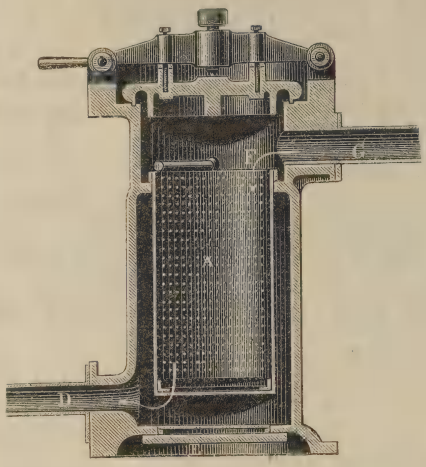
Eine wesentliche Regel bei der Arbeit mit Schlammpressen besteht darin, den Schlamm möglichst heiß zu verarbeiten. Direkte Vergleiche haben gezeigt, daß der Scheideschlamm, vorzüglich der nicht saturirte, nicht sowohl durch Kochen kör-

niger und leichter entsaftbar wird, wie man wohl annimmt, sondern daß er eben bei der Siedetemperatur sehr viel leichter als bei einer niedrigeren zu filtriren ist. Es ist demnach wichtig, den Schlamm vor dem Einleiten in die Schlammpressen zur Siedehitze zu bringen.

Es ist ferner wesentlich, daß alle Durchgänge in den Schlammpressen frei und rein gehalten, auch die Filterflächen öfters sorgfältig gesäubert werden.

Bei allen Filterpressen bringt man zweckmäßig zwischen dem Saftheber und der Presse selbst einen Steinfänger an, der die gröberen Unreinigkeiten im Schlamme vor dem Eintritt in die engen Kanäle der Schlammpressen zurückhält und wesentlich zur ungestörten Betriebsfähigkeit der letzteren beiträgt. Ein solcher Steinfänger, wie ihn z. B. Fig. 82 darstellt, besteht im Wesentlichen aus einem in dem etwas größeren äußeren Gefäße aufgehängten Siebtopfe, durch welchen der Schlamm hindurchgetrieben wird, und den man leicht herausnehmen und reinigen kann.

Fig. 82.



A ist dieser Siebtopf, der, wie man sieht, auf einem vorspringenden Rande des Gefäßes *F* ruht. Der Schlamm tritt bei *G* ein, geht durch den Topf, an dessen Wandung der gereinigte Schlamm abfließt, um bei *D* auszutreten. Der Deckel des Gefäßes ist als Mannlochverschluß eingerichtet und es kann daher die Reinigung sehr leicht bewerkstelligt werden. Für größeren Betrieb ist es zweckmäßig, zwei Steinfänger aufzustellen, was, um Unterbrechungen zu verhindern, auch zwei Saftheber für den Schlamm nothwendig macht.

In vielen Fällen bedient man sich auch gar nicht mehr des einfachen Absitzenlassens zum Scheiden von Schlamm und Saft, sondern läßt das gesammte Scheidesaturationsprodukt durch die Filterpressen gehen, doch ist dies bei unsaturirtem Schlamm wegen des verursachten starken Tücherverbrauches ein zu kostspieliges Verfahren. Auch filtriren sich die saturirten Säfte weit rascher und leichter und erfordern daher, trotz ihres meist größeren Schlammvolumens, doch eine geringere Zahl Filterpressen; daß auch das Gewicht des zurückgebliebenen Schlammes ein größeres ist, als bei unsaturirtem Schlamm, ist als eine Folge der angewandten größeren Kalkmenge bereits angeführt worden.

Entzuckerung des Schlammes. Es gelingt auch bei den besten Filterpressen und der möglichst sorgfältigen Abfüßung nicht, den Saftgehalt der Schlammrückstände so weit zu vermindern, daß derselbe nicht noch einen ganz empfindlichen Zuckerverlust darstellte. Dieser Verlust steht im doppelten Verhältniß zum Zucker-

gehalt und zur Menge des Schlammes. Da im Allgemeinen der auf den Schlamm ausgeübte Dampfdruck sich nur wenig erhöhen und mithin das Gewicht des Rückstandes nur wenig dadurch vermindern läßt, so bleibt zur Verkleinerung des Zuckerverlustes nur die Verminderung des prozentischen Zuckergehaltes des Schlammes oder desjenigen des darin enthaltenen Saftes übrig.

Es ergiebt sich daraus ein sehr einfaches und für viele Fälle vortheilhaftes Verfahren, welches wenigstens bis zu einem gewissen Grade den Saft im Schlamm wirksam verdünnt: man verdünnt den Schlamm vor dem Eintritt in die Saftheber der Filterpressen, und zwar, um nicht neue Verdampfungskosten zu verursachen, mit den süßen Wassern, welche die Filtration liefert, und welche man entweder gar nicht oder nur mit verhältnißmäßig großen Kosten verdampfen könnte. Wenn man diese Süßwasser während des Ablaufes des Schlammes in dessen Rinne leitet, so findet hinreichende Vermischung statt, um beim Auspressen einen dünneren Saft zu geben. Der Zuckerverlust wird dann in demselben Verhältniß vermindert, wie der ausfließende Saft verdünnt erscheint, da bei vollkommener Vermischung auch der im Rückstande verbleibende Saft entsprechend verdünnt wird. Es ist ein solches Verfahren je nach dem Vorhandensein von verwendbaren süßen Wassern verschieden anzuwenden, ja es wird oft von Vortheil sein können, die Abfüßung der Filter in der Aussicht auf eine solche Benutzung weiter als sonst auszudehnen, wie man auch, bei besonders konzentrirtem Scheidesaft sogar wohl thut, direkt mit Wasser zu verdünnen.

Die auf eine Abfüßung der Schlammkuchen in den Filterpressen gerichteten Bestrebungen haben einen erheblichen Mehrgewinn an Saft nur in geringem Maße erreichen lassen.

Zur Entsaftung des Schlammes sind nun außer der eben angeführten einfachen Methode verschiedene mehr oder weniger umständliche in Vorschlag und auch in sehr vielen Fällen in Anwendung gebracht worden.

Nach Bodenbender wird der Schlamm, entweder mit der Hand, oder in einer eigens konstruirten Brechmaschine, in haselnußgroße Stücke verwandelt. Hierbei ist ein Verschmieren der Bruchflächen möglichst zu verhüten, da es zu dem folgenden Auslaugeprozeß nothwendig ist, daß die einzelnen Poren der Schlammstückchen offen bleiben. Es empfiehlt sich, den Schlamm, besonders den Scheideschlamm, vor dem Brechen etwas abtrocknen oder abdunsten zu lassen, zu welchem Zweck man denselben ausgestreut in einem trocknen Raume in der Nähe der Filterpressen einige Stunden hindurch liegen läßt.

Der zerkleinerte Schlamm wird zum Behufe einer systematischen Auslaugung, ähnlich derjenigen der rohen Sodamasse, in Gefäße gefüllt, deren eine gewisse Anzahl, passend verbunden und mit den nöthigen Leitungen versehen, eine Auslaugebatterie bilden. Hier wird der Schlamm längere Zeit hindurch dem Einfluße von heißem Wasser unterworfen. Die längere Zeit währende Behandlung mit Wasser ist nothwendig, um auch den an Kalk gebundenen Zucker zu gewinnen. Die Temperatur des Wassers muß 70 bis 80° C. betragen. Anstatt reinen Wassers kann man auch das letzte Abfüßwasser der Filter, wenn dieses eine Dichte von nur noch 1 bis 2 Proz. Ball. zeigt, verwenden, ebenso das Brüdenwasser, dessen Ammoniakgehalt eher vortheilhaft denn nachtheilig wirkt.

Die Versuche ergaben, daß eine 12- bis 16stündige Einwirkung des heißen Wassers auf den Schlamm stattfinden muß, wenn eine möglichst vollständige Entzuckerung stattfinden soll, und da 1 Kubikfuß gebrochener Schlamm etwa 50 Pfd. wiegt, so lassen sich aus diesen Angaben leicht die Verhältnisse der Gefäße für ein zu verarbeitendes Schlammquantum berechnen.

Man kann die Gefäße, je nach der Oertlichkeit entweder in gleicher Höhe nebeneinander, oder stufenförmig übereinander aufstellen; in beiden Fällen wird fortlaufend gearbeitet und nur Auslaugewasser von dem zuletzt mit Schlamm gefüllten Gefäße abgezogen.

Nach Bodenbender's Angaben liefert die beschriebene Methode etwa $^3/_4$ bis $^4/_5$ des im Scheidesaturationsschlamm enthaltenen Zuckers, bei einer Vermehrung der zu verdampfenden Saftmenge um 2 Proz.

Ein Uebelstand dieser oder einer ähnlichen, in besonderen Apparaten auszuführenden Schlammentsaftung besteht in der langen Dauer derselben, welche für großen Betrieb ziemlich umständliche Einrichtungen nothwendig macht. Dies ist bei allen auf demselben Prinzipe beruhenden Verfahren mehr oder weniger der Fall und der Grund, warum ein anderes vielmehr für die meisten Fälle den Vorzug zu verdienen scheint, nämlich das der hidraulischen Auspressung. Dieselbe erfordert nur eine, oder bei sehr großem Betriebe zwei hidraulische Pressen von langsamem Gang, sehr wenig Arbeit und liefert sicher und ohne jeden Wasserzusatz 25 bis 30 Proz. Scheidesaft vom Gewicht der Schlammpreßlinge; der Saft ist dabei von gleicher Beschaffenheit wie der Scheidesaft, und natürlich auch von gleicher Dichte. Außerdem wird das Gewicht der Preßlinge um eben so viel vermindert und die Beschaffenheit derselben läßt sofort erkennen, ob die Arbeit gut und vollkommen ausgeführt worden ist.

Es ist allerdings dieses Auspressen nur dann leicht und mit dem geringsten Tücherverbrauch zu bewirken, wenn man Filterpressen der ersten Art benutzt, welche die Schlammkuchen in den Rahmen, in gleichmäßiger Dicke und regelmäßiger Form herauszunehmen gestatten.

Die Arbeit gestaltet sich dann einfach und leicht in folgender Weise: Man stellt die hidraulische Presse, deren Preßfläche mit der Größe der Schlammkuchen im brauchbaren Verhältniß stehen muß, so auf, daß eine kleine Eisenbahn das Herschaffen der Kuchen von allen Filterpressen gestattet, wozu eine Art Packtisch mit Rädern dient. Auf diesen werden mit Benutzung von Preßblechen und leinenen Tüchern die Schlammkuchen beim Herausnehmen umgelegt, wobei sie bei einiger Vorsicht ihre Form behalten, in einen Stoß gepackt, vor die hidraulische Presse gefahren und hier eingesetzt. Der Saft läuft bei langsamem Aufsteigen des Kolbens reichlich und klar ab; die Preßlinge sind fest und hart.

Bei den Pressen der zweiten Art erhält man die Rückstände in zerkleinertem Zustande; sie eignen sich daher weniger zum Einsetzen in Nachpressen, und verursachen dabei viel Handarbeit und großen Tücherverbrauch.

Daher wird man bei kleinerem Betriebe, welcher ohnehin die Entsaftung des Schlammes kaum lohnend erscheinen läßt, am besten Pressen dieser zweiten Art aufstellen, dieselben für möglichst dünne Kuchen einrichten, sorgfältig mit verdünntem Schlamm arbeiten und so gut wie möglich absüßen. Für großen Be-

trieb empfiehlt sich, wenn sich die Filterpressen dazu eignen, das hidraulische Auspressen, der Einfachheit, Sicherheit und unveränderten Beschaffenheit der Produkte wegen. Anderenfalls bleibt nur die Auslaugung, welche man in der einen oder anderen Weise wohl gleich vortheilhaft ausführen kann. Jedenfalls empfehle ich im letzteren Falle, die verdünnten Schlammsäfte mit dem Schlamm vor dessen Eintritt in die Filterpressen zu vermischen und gut damit aufzukochen, sowohl um die Beschaffenheit zu verbessern, als um die Wasserverdampfung zu vermindern.

Menge und Zusammensetzung der Schlammpreßlinge. Die Menge der in den Filterpressen erhaltenen Schlammpreßlinge läßt sich, wie aus dem Gesagten unschwer einleuchtend sein wird, im Allgemeinen nicht feststellen; die verschiedenen Arbeitsweisen sind von zu großem Einfluß auf das Ergebniß. Man kann indessen für die beiden charakteristischen Scheidemethoden, die ältere und die Saturationsscheidung, 3 bis 4 und 7 bis 9 Proz. Schlammpreßlinge (unentsaftete) vom Gewicht der Rüben als annäherndes Ergebniß rechnen. Den Wassergehalt findet man zu 40 bis 50 Proz. vom Gewicht dieser Preßlinge angegeben; er ist um so geringer, je mehr kohlensaurer Kalk in den Rückständen enthalten ist; beim Auspressen fällt er bis auf 30, beim Auslaugen ohne Nachpressung steigt er bis zu 60 Proz.

Der Zuckergehalt ist in ähnlichen, vielleicht noch weiteren Grenzen verschieden, und kann nur dann maßgebend sein, wenn er im speziellen Falle genau festgestellt worden ist. Um indessen einige Anhaltspunkte zu geben, mögen folgende Zahlen aufgeführt werden:

Nach Weiler ist der mittlere Zuckergehalt der Schlammpreßlinge für die ältere einfache Scheidung 4,7 Proz., für die Scheidesaturation 3,5 Proz. Bei 4 Proz. Schlamm der ersteren Art würde dies einen Zuckerverlust von 0,17 auf 100 Thle. Rüben entsprechen, im zweiten Falle bei 8 Proz. Schlamm einem Verlust von 0,28 Thln. auf dieselbe Menge.

Bodenbender nimmt 7,6 Proz. Schlamm mit 2,8 Proz. Zucker für Schlammsaturation oder 0,21 Proz. Zuckerverlust an.

Das Verfahren f. S. 143 lieferte nur 5,15 Proz. vom Rübengewicht Filterpressen- und 4,0 hidraulisch nachgepreßten Schlamm. Ersteren mit 5,4 Proz., letzteren mit 3,8 Proz. seines Gewichtes Zucker, entsprechend einem Zuckerverlust von beziehungsweise 0,28 und 0,15 Proz. des Rübengewichtes.

Fünftes Kapitel.

Die Filtration über Knochenkohle.

Die Filtration und die Filter.

Zweck der Filtration ist, einen Theil der in dem saturirten Safte verbliebenen Farbstoffe, Kalk, schleimigen und salzähnlichen Verbindungen, als zunächst der Konzentration, und dann der Auskristallisation reinen Zuckers hinderlich, zu entfernen.

Um die nach der Scheidung und Saturation sehr verdünnte Zuckerlösung (dieselbe hat je nach dem Saftgewinnungsverfahren und der Güte der Rüben einen Gehalt von 5 bis 12 Proz., im Mittel etwa 10 Proz.) auf den Kristallisationspunkt zu bringen, wird das Wasser durch Verdampfung entfernt, und zwar in zwei getrennten Arbeiten: Die erste, das eigentliche Verdampfen, bringt den Saft auf etwa 50 bis 60 Proz. Ball., die zweite, das Verkochen, bewirkt die Herstellung der zur Kristallisation eines großen Antheils des gelösten Zuckers erforderliche Konzentration, oder der sogenannten Füllmasse. Entsprechend geschieht auch die Filtration in zwei Theilen: Die erste Filtration wird mit dem geschiedenen und saturirten Saft, ohne vorhergehende Verdampfung, also mit dem Dünnsaft vorgenommen; die zweite betrifft den auf 50 bis 60 Proz. eingedickten Saft, den Dicksaft. Die Reihe der Arbeiten, welchen der Rübensaft unterworfen wird, ist demnach folgende:

Saftgewinnung	**Rohsaft**
Scheidung	**Scheidesaft**
Saturation	(unfiltrirter) **Dünnsaft**
1. Filtration	(filtrirter) **Dünnsaft**
Verdampfung	(unfiltrirter) **Dicksaft**
2. Filtration	(filtrirter) **Dicksaft**
Verkochen	**Füllmasse.**

Die Filter, worin die Knochenkohle zur Anwendung kommt, haben stets zilindrische Form und, bei einem Durchmesser von 0,6 bis 1 Meter und mehr, eine Höhe von 4 bis 6 Meter oder mehr. Dieselben werden mit gekörnter Knochenkohle, d. h. solcher in Körnern von Stecknadelknopf- bis Erbsengröße beschickt, dann mit dem zu reinigenden Saft vollends gefüllt, und hierauf die Leitungshähne so gestellt, daß der Saft in langsamem, ununterbrochenem Strahle oben in das Filter ein- und von unten aus demselben abfließt, während das Filter stets gefüllt bleibt. Nach einer gewissen Zeit, wenn die Kohle derart mit fremden Stoffen beladen ist, daß ihre Wirksamkeit sich zu sehr vermindert, wird der Zulauf unterbrochen und der im Filter verbleibende Saftinhalt durch Wasser verdrängt und schließlich der Rückhalt in der Kohle ausgewaschen oder abgesüßt. Die Kohle wird dann aus dem Filter herausgenommen und der Wiederbelebung unterworfen, worauf sie zu neuen Filtrationen wieder verwandt werden kann.

Man gebraucht nur selten ein Filter allein, sondern man läßt, um die Dauer der Berührung zwischen Saft und Knochenkohle zu verlängern, ersteren über zwei oder auch drei Filter unmittelbar nacheinander gehen, indem man den aus dem unteren Theil eines Filters kommenden Saft in den oberen des nächsten treten, „übersteigen“ läßt. Es sind daher sämmtliche Filter einer „Batterie“ so mit einander verbunden, daß dies durch einfache Hahnstellung bewirkt werden kann. Die ganze Filtration, und eben so das Absüßen, findet unter einem gewissen hidrostatischen Drucke statt, welcher nothwendig ist, theils um dieses Uebersteigen zu ermöglichen, theils um den Ausfluß in jeder Höhe bis zur Höhe des oberen Filterrandes mit regulirbarer Schnelligkeit bewirken zu können. Zu diesem Zwecke müssen die Filter auch dicht geschlossen sein.

Die Filter stehen stets zu 3, 5, 10 und mehr neben einander und sind mit einer, mit Hähnen und Ventilen versehenen Rohrleitung verbunden, durch welche man Dünnsaft, Dicksaft, Wasser oder Dampf auf die einzelnen Filter leiten und nach Belieben je zwei oder drei mit einander in Verbindung setzen kann.

Fig. 83 zeigt ein Filter mit der zugehörigen Rohrleitung und im gefüllten Zustande im Durchschnitt; Fig. 84 eine Batterie von 5 verbundenen Filtern in äußerer Ansicht.

Die Filter A_1 bis A_5 sind starke Zilinder aus Eisenblech, welche einen gewissen Dampfdruck zu ertragen im Stande sein müssen. Sie haben zum Einfüllen und Entleeren der Knochenkohle (Spodium, Schwärze) ein Mannloch m oben und eines unten seitlich m', beide mittelst Gummiverschluß und Schrauben in einer oder der anderen Weise zu dichten. Im unteren Theile des Filters befindet sich ein Doppelboden aus gelochtem Blech, welcher meist mit einer Horde aus Flechtwerk und einem leinenen Tuche überdeckt wird; etwas höher ist das Mannloch angebracht.

Ein meist senkrecht stehendes weiteres, am oberen Theile des Filters befestigtes Rohr, das „Standrohr“ S, dient zum Eintritt des Dünn- und Dicksaftes, Wassers oder Dampfes, je nachdem man eine der horizontalen Röhren c, d, e, f durch die entsprechenden Hähne oder Ventile damit in Verbindung setzt. Jede dieser Leitungen ist für eine Flüssigkeit oder für Dampf bestimmt, so daß z. B. die Leitung c mit ihren Hähnen Dampf, die Leitung d mit ihren Hähnen Wasser,

Fig. 83.

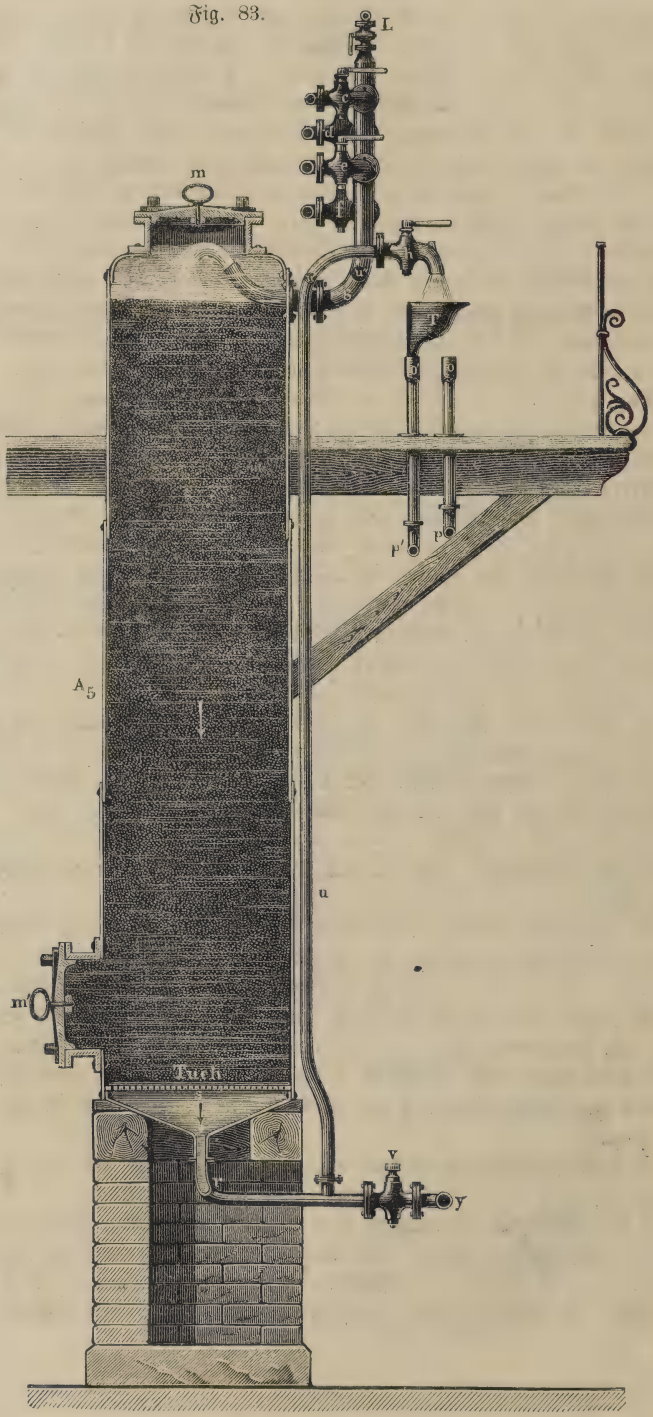
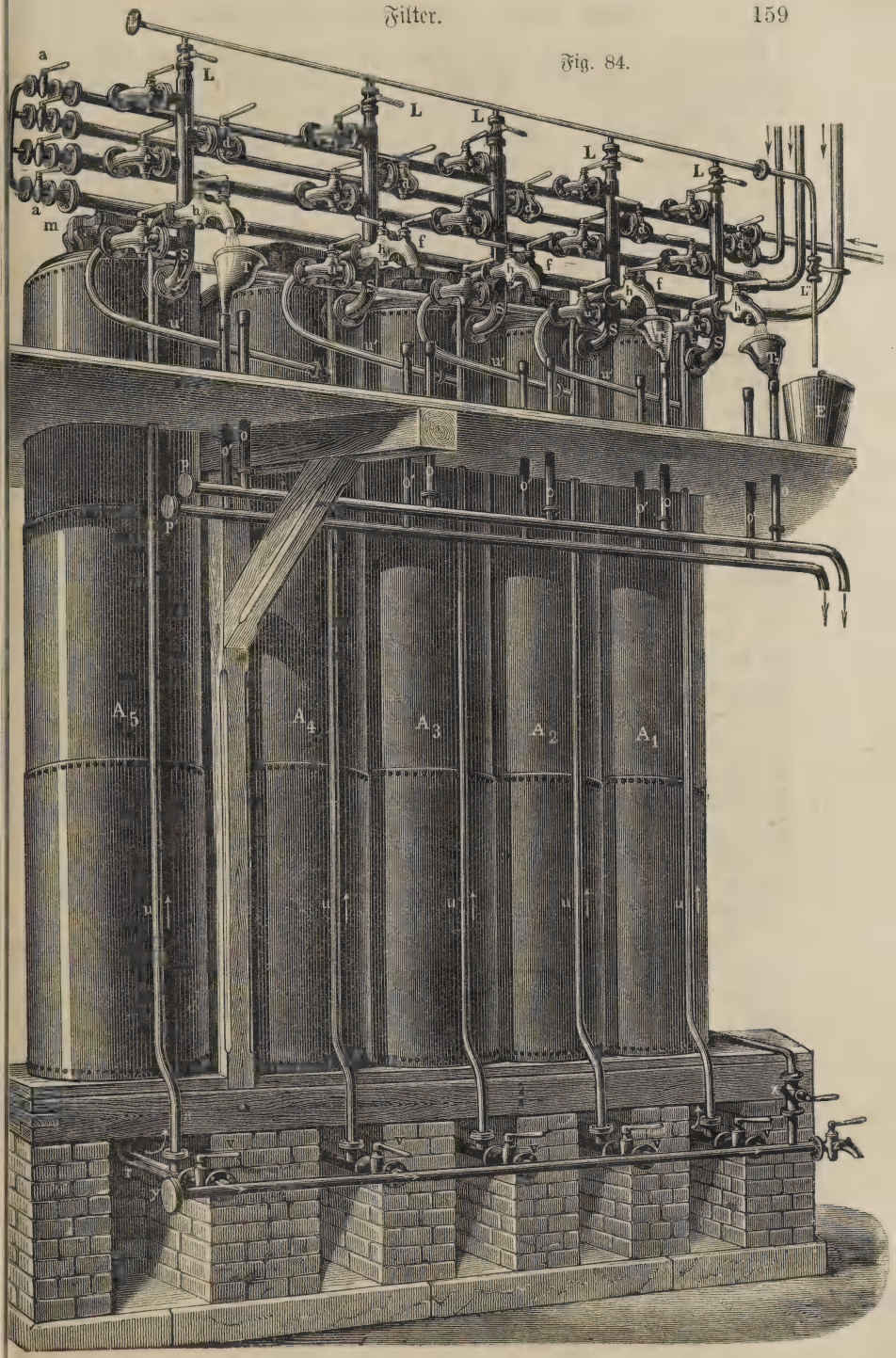


Fig. 84.



e Dünnsaft, *f* Dicksaft in die Standrohre und mithin in die Filter führt; die Leitungen stehen andererseits mit höher aufgestellten Behältern für die betreffenden Flüssigkeiten oder mit der Dampfleitung in Verbindung.

Alle Rohrleitungen stehen durch *a a* mit der Dampfleitung in Verbindung, um durch Ausdämpfen gereinigt werden zu können. Außerdem sind die Standrohre *S* durch die Hähne *L* mit dem engen Rohre *L'* verbunden, welches durch *L''* geschlossen werden kann und dazu dient, während des Einfließens der Säfte die Luft aus den Filtern entweichen zu lassen. Fließt durch *L''* Saft aus, so ist dies ein Beweis dafür, daß das Filter mit Saft gefüllt ist. Zweckmäßiger führt man vom obersten Punkte des Standrohres *L* eine enge Röhre so weit in die Höhe, daß dieselbe stets offen bleiben und der noch eine Zeit lang nach dem Füllen erst langsam aus der Kohle entweichenden Luft den Austritt ermöglichen kann. Dieses Rohr muß natürlich noch einige Fuß über die höchste Saftfläche in den Behältern reichen; da aber die Luft bisweilen Saft mitreißt, so läßt man am besten alle diese Saftröhren, die dann natürlich ebenfalls stets offen bleiben, in einen der Saftbehälter, nach abwärts gebogen, münden, eine Einrichtung, welche allen Anforderungen entspricht. In vielen Fällen, namentlich wo Filter und Saftbehälter zu weit von einander entfernt stehen, begnügt man sich mit einem einfachen Lufthahn, auf dem Kopfe des Filters. Natürlich ist die Luftleitung zu schließen, wenn man Dampf in das Filter läßt.

Nach dem Durchgang durch die Filter fließt der Saft nicht durch *r*, *v*, *y*, *z* aus, sondern steigt bei geschlossenem Hahn *v* durch das Uebersteigrohr *u* empor; um durch *h* oberhalb der Knochenkohlefüllung in den Trichter *T* oder eine hier befindliche offene Rinne abzufließen. Dieser höhere Ausfluß des Saftes, der durch die Einrichtung der geschlossenen Filter und die höhere Aufstellung der Saftbehälter ermöglicht wird, bezweckt, das Filter stets mit Saft gefüllt und das regelmäßige Durchsinken des Saftinhaltes durch die Kohle zu erhalten. Der Ausfluß des Saftes findet auch unter einem geringeren Drucke, als an einer tiefer gelegenen Stelle statt, was ebenfalls zu einer guten Arbeit beiträgt.

(Diese Ausflußeinrichtung, wie überhaupt die ganze Zusammenstellung der Röhren und Hähne erfährt Abänderungen, doch lassen sich alle auf die gleichen Grundzüge zurückführen.)

Die Trichter *T* kann man je nach der Natur der abfließenden Produkte auf eine der Leitungen *o* oder *o'* stellen und so die Säfte ihren verschiedenen Bestimmungsorten zuführen; weitere Leitungen für Süßwasser u. s. w. sind leicht hinzuzufügen. Um die Säfte von einem Filter auf das andere zu leiten, wird das Uebersteigrohr *u'* benutzt, welches durch die Uebersteighähne *u''* alle Röhren *u* mit dem Standrohr des folgenden Filters in Verbindung setzt; bei geschlossenem Auslaufhahn *h* und geöffnetem *u''* geht also der Saft aus *r* durch *u*, *u'*, *u''* in das Standrohr und mithin in den oberen Theil des nächstfolgenden Filters, um erst nach dem Durchgang durch dieses aus dessen Abflußhahn auszutreten, oder noch vorher auf ein drittes Filter überzusteigen. In manchen Fällen beabsichtigt man nicht eine unterbrochene Reihenfolge, sondern man hat auch wohl den Saft auf irgend ein anderes, nicht unmittelbar benachbartes Filter zu leiten. Dies kommt bei solchen Fabrikationen vor, welche nicht allein die bisher erwähnten, sondern

noch andere Sirupe oder Klärsel mit Knochenkohle behandeln. In diesem Falle liegt noch ein fünftes Rohr ähnlich wie u' und steht ebenfalls durch Hähne mit dem Uebersteigrohre und dem Standrohre in Verbindung; man kann dann immer jedes Filter mit jedem beliebigen der Batterie, unbeschadet deren sonstiger Arbeitsweise, nach Belieben verbinden.

Die Entleerung der in den Filtern am Ende ihrer Wirksamkeit und der Absüßung des Knochenkohleinhaltes verbleibenden Flüssigkeit geschieht durch die Hähne v und das Rohr y mit dem Hahn z. Derselbe Weg wird vor dem Anstellen der Filter geöffnet, um den oben einströmenden Dampf, mit dem meist die Kohle erwärmt und von Luft befreit wird, durchzulassen. Die Hähne v bleiben außerdem stets geschlossen. An dem Hahn z kann man sich stets von der Natur der ablaufenden Flüssigkeit und von der Dichtigkeit der einzelnen Hähne v überzeugen. Das Füllen der Filter mit Knochenkohle geschieht durch das obere Mannloch, nachdem durch das untere Siebboden, Horde und Tuch eingelegt worden sind. In manchen Fabriken (namentlich Raffinerien) wird gleichzeitig mit der Kohle Wasser zugelassen, um feinen Kohlenstaub und fremde Körper abzuschwemmen und die Luft aus der Kohle zu verdrängen; es wird dadurch in ziemlich unnöthiger Weise der zuerst ablaufende Saft stark verdünnt.

Man füllt die Filter nicht vollständig, sondern läßt einen Raum von 0,3 bis 0,5 Meter über der Kohle frei, schließt dann das Mannloch und öffnet die Hähne v und z, sowie das Dampfventil l, und läßt so lange Dampf zu, bis derselbe einige Minuten aus z ausgeströmt ist. Auf diese Weise werden Luft und absorbirte Gase überhaupt aus der Kohle vollständig entfernt und diese so vorgewärmt, daß die Säfte ohne Temperaturerniedrigung ausfließen. Dies ist wesentlich, da einerseits die Wirkung der Kohle durch die Wärme erhöht wird, andererseits Schwankungen in der Temperatur der Säfte, namentlich Abkühlung derselben bis unter 60^0 von nachtheiligen Folgen begleitet sind und sogar gänzliche Verderbniß herbeiführen können. Um solche zu verhindern, pflegt man auch die Filter mit einer die Wärme schlecht leitenden Umhüllung zu versehen, wozu sich außer gemeinsamer Verkleidung und Anfüllung der Zwischenräume mit Steinkohlenasche eine dicht abgeschlossene Luftschicht, oder auch einer der bei Dampfleitungen und Kesseln üblichen Beläge eignet. Am einfachsten umwickelt man die Filter mit Strohbändern, die man wiederholt mit Lehm und nach dem Trocknen mit Theer überzieht.

Nach dem Ausdampfen wird z und v geschlossen, der Lufthahn und der Eintrittshahn für den zu filtrirenden Saft geöffnet und, nachdem das Filter vollends mit Saft gefüllt ist, der Austrittshahn h soweit geöffnet, daß der Ausfluß in der gewünschten Stärke vor sich geht.

Die weiter folgenden Hahnstellungen ergeben sich nun leicht, je nachdem die Säfte von einem zum anderen Filter, sei es durch Saft, oder durch Wasser verdrängt, oder abgesüßt werden sollen. Dieselben sind bei den verschiedenen Einrichtungen der Filterarmaturen nothwendig verschieden, während sich die Behandlung der Säfte im Allgemeinen aus der weiterhin folgenden Besprechung ergiebt.

Was nun die Anordnung der Filter für Dicksaft und Dünnsaft betrifft, so sind zwei Hauptsysteme ziemlich gleichmäßig verbreitet. Das eine, unstreitig

rationellere, auch übersichtlichere, weist jeder Art Saft seine gesonderte Filtration an. Bei dem uns hier beschäftigenden Fall, wo nur zweierlei Säfte vorhanden sind, werden also die verfügbaren Filter in zwei Batterien getrennt, deren eine nur mit Dicksaft, die andere nur mit Dünnsaft beschickt wird. In jeder wird die Filtration mit einer Art Saft soweit fortgesetzt, bis die bestimmte Grenze erreicht ist und dann im Wesentlichen der Saft durch Wasser verdrängt. Das andere System benutzt alle Filter gleichmäßig zuerst eine Zeit lang mit Dicksaft, dann eine Zeit lang mit Dünnsaft, wendet also für letzteren niemals frische Filter, sondern nur solche an, welche für Dicksaft schon eine Zeit lang gedient haben. Dieses letztere System hat manche praktische Vortheile, bietet aber auch einen wesentlichen Nachtheil, wie wir später sehen werden.

Wenn nach diesem gearbeitet wird, so geschieht es in der Regel wie folgt. Das wie oben vorgerichtete frische Filter wird in Verbindung mit dem Sammelbehälter für Dicksaft gesetzt, mit Dicksaft gefüllt und dann dieser durch richtiges Einstellen der Hähne langsam hindurch laufen gelassen. Die ersten Antheile Saft sind durch das kondensirte Dampfwasser etwas verdünnt, oft auch durch mitgerissene Kohlentheile trübe und nicht genügend entfärbt; man läßt sie zum unfiltrirten Safte gehen. Nach kurzer Zeit erscheint der normale filtrirte Dicksaft, den man in derjenigen Schnelligkeit fließen läßt, daß die vorhandenen Ausläufe möglichst genau bei gleichmäßiger Strömung dem Arbeitsquantum der Fabrik entsprechen. Man sucht besonders zu vermeiden, daß wegen Mangels an Saft — wenn vorher zu rasches Auslaufen stattfand — die Filter zeitweise geschlossen werden müssen.

Es ist für die Ausführung der Arbeit ohne Einfluß, ob, wie es in manchen Fabriken geschieht, die Säfte über einzelne, oder wie meistens der Fall, über zwei oder drei verbundene Filter gehen; ist einmal die Arbeit im Gange, so bleiben die folgenden Anordnungen in beiden Fällen die gleichen.

Nach einiger Zeit vermindert sich die Wirkung der Knochenkohle, der Saft wird dunkler. Wenn der (s. u.) festgesetzte Punkt erreicht ist, schließt man die Verbindung des Filters mit dem Dicksaftbehälter, um die mit dem Dünnsaftbehälter zu öffnen. Der Dünnsaft verdrängt nun den Dicksaft aus dem Filter, indem er sich mit demselben theilweise mischt, und es erscheint an dem Auslauf nach einiger Zeit Saft von abnehmender Schwere und schließlich Dünnsaft, den man nur so lange laufen läßt, bis die Grenze der Knochenkohlewirkung erreicht ist, worauf man den Dünnsaft seinerseits durch Wasser ersetzt, welches den Dünnsaft verdrängt. Es erscheint dann am Auslaufe nach einiger Zeit verdünnterer Saft, dann Süßwasser von abnehmendem Gehalt.

Im Falle der vollständigen Trennung der verschiedenen Säfte beim Filtriren erhalten die Dünnsaftfilter ausschließlich Dünnsaft, der also hier, abweichend von der oben beschriebenen Art, auch mit der frischen Füllung in Berührung kommt, und zu dessen Verdrängung und zum Absüßen der Kohle Wasser. Die von den Dünnsaftfiltern getrennten Dicksaftfilter erhalten Dicksaft wie oben und nach diesem zum Absüßen entweder direkt Wasser, oder besser erst Dünnsaft und dann Wasser, mit dem Unterschied von der vorhin beschriebenen Weise, daß der Dünnsaft nur als Zwischenstufe zwischen Dicksaft und Wasser dient und nur so

lange auf das Dicksaftfilter läuft, bis der Dicksaft in der Hauptsache aus dem Filter verdrängt ist. Wenn der Dünnsaft am Auslauf erscheint, läßt man denselben nicht noch eine Zeit lang durch das Filter gehen, sondern man stellt ihn sogleich ab und ersetzt ihn durch Wasser. Diese kurze Einschaltung von Dünnsaft geschieht namentlich da, wo man mit kaltem Wasser absüßt und in der ausgesprochenen Absicht, weniger Süßwasser zu bekommen.

Die Verdrängung von einem Saft durch einen anderen findet bei der Filtration vielfach Anwendung, und zwar wendet man stets einen geringwerthigeren Saft zum Verdrängen eines besseren, einen dünneren zum Verdrängen eines konzentrirteren an. Die Ansicht, daß die Säfte schichtenweise durch die Filter niedersänken und sich unter einander nur unbedeutend mischten, entspricht unter den gegebenen Umständen nur mit Beschränkungen der Wirklichkeit; es findet in der That eine weit stärkere Vermischung statt, als man glaubt, da die Kohle die einfache Anordnung nach dem spezifischen Gewicht erschwert und sehr verlangsamt. Man erhält also stets mehr von dem Gemisch, als man erwartet, und es erwächst daher bei solchen Verdrängungen mancher, nicht leicht ins Auge fallende Nachtheil.

Der Augenblick, wo ein Filter abgestellt, d. h. der darin befindliche Saft durch Wasser oder einen verdünnteren Saft ersetzt werden soll, ergiebt sich nicht aus besonderen Beobachtungen oder Kennzeichen, sondern ist für eine bestimmte Betriebsweise im vornherein, und zwar meist durch die verfügbare Knochenkohle bestimmt. Man nimmt von dieser oder von frischen Filtern soviel, als bei der Menge der von der Wiederbelebungsarbeit gelieferten Knochenkohle möglich ist und theilt danach die Arbeit regelmäßig ein, wobei man im Allgemeinen Dicksaft- und Dünnsaftfiltration in der Zahl der frischen Filter gleichmäßig berücksichtigt.

Außer der verfügbaren Knochenkohlenmenge ist es indessen noch ein anderer sehr wichtiger Umstand, welcher in vielen Fällen auf diese Einrichtung von Einfluß ist, nämlich die Verdampfungskraft der Verdampfungsapparate. Jedes Filter liefert beim Absüßen eine gewisse Menge Absüßwasser, welches natürlich in dem Apparate konzentrirt werden muß, und daher ist oft die Zahl der abzusüßenden, mithin auch der anzustellenden Filter durch die Verdampfungsfähigkeit beschränkt. Man kann dieses Hinderniß durch anderweite Verwendungen des Süßwassers umgehen, von denen schon im Vorhergehenden die Rede gewesen ist.

Folgendes Beispiel wird die Arbeitsweise für einen besonderen Fall zeigen:

Eine Fabrik verarbeitet 1800 Ztr. Rüben in 24 Stunden. Sie besitzt 8 Filter, welche mit getrennten Säften benutzt werden. Der Inhalt jedes Filters beträgt 3 Kubikmeter (96 Kubikfuß) Kohle und die Wiederbelebung liefert in 24 Stunden 18 Kubikmeter oder 6 Filter Kohle.

Man theilt dann jene 8 Filter zweckmäßig in fünf für Dünnsaft und drei für Dicksaft. Von letzteren sind immer zwei verbunden, über welche der Dicksaft fließt, während der frei bleibende abgesüßt, entleert und frisch beschickt wird. Die fünf Dünnsaftfilter gestatten die Anwendung von zwei Doppelfiltern, da ein Filter genügt, um regelmäßig auf frische Kohle überzudrücken. Diese beiden Batterien werden hinter einander angeordnet, wobei man mit fünf statt sechs Filtern auskommt.

Bezeichnet man nun diese Dünnsaftfilter mit den Ziffern 1 bis 5 und die

Dicksaftfilter mit 6, 7 und 8, und vertheilt man die 6 Filter Kohle so, daß alle 8 Stunden ein Dünnsaft- und eben so alle 8 Stunden ein Dicksaftfilter neu angestellt wird, so wiederholt sich die Arbeit regelmäßig wie folgt:

Dicksaftfilter. Von den 3 Filtern sind um 6 Uhr 6 mit 7 verbunden, der Saft geht auf 6 und fließt aus 7 aus; 8 wird entleert und gefüllt. In der Zwischenzeit bis 2 Uhr wird auf 6 erst Dünnsaft gestellt und der Dicksaft so über 7 nach 8 gedrückt; dann wird durch Wasser abgesüßt, 8 kommt in Betrieb.

Um 2 Uhr geht Dicksaft über 7 und 8, 6 wird entleert und gefüllt. In der Zwischenzeit bis 10 Uhr Abends wird durch Dünnsaft aus 7 über 8 nach 6 gedrückt, dann 7 mit Wasser vollends abgesüßt und um

10 Uhr geht also der Saft über 8 und 6 und fließt bei 6 aus, 7 wird entleert und gefüllt. In der Zwischenzeit bis 6 Uhr des folgenden Morgens wird auf 8 Dünnsaft, dann Wasser gestellt, dadurch zuerst der Saft nach 7 gebracht und nun 8 vollends abgesüßt. Der Stand der Filter um

6 Uhr ist dann derselbe wie Tages zuvor zur selben Zeit (s. o.).

Man sieht, daß nach je 24 Stunden die Dicksaftfilter immer den gleichen Stand erhalten, daß von den 24 Stunden, welche ein Filter im Betriebe ist, die Kohle etwa 16 Stunden mit Saft in Berührung ist, während 8 zum Entleeren und Füllen zu rechnen sind.

Dünnsaftfilter. Um 6 Uhr und 1 und 2 verbunden (2 eben neu angestellt), 3 und 4 verbunden, 5 entleert und frisch gefüllt. Saftauslauf aus 2 und 4.

Dann wird auf das (älteste) Filter 3 Wasser gestellt und der Saft auf 4 und von hier auf das frisch gefüllte 5 gedrückt, dann 3 abgesüßt, und nun 3 entleert und gefüllt, so daß um

2 Uhr 5 als frisch gefüllt ausläuft; nun wird Wasser auf 1 gestellt und durch diesen Druck der Saft über 2 nach dem frischen Filter 3 befördert; dann ist also 4 und 5 verbunden, ebenso 2 und 3, der Saft läuft aus 5 und aus 3 aus und zwar aus letzterem von

10 Uhr Abends an, dann kommt 1 zum Entleeren und Füllen; es wird nun auf 4 Wasser gestellt und der Saft über 5 nach 1 gedrückt, welches frische Filter um

6 Uhr früh zum Auslauf kommt, zu welcher Zeit 2 mit 3 und 5 mit 1 verbunden sind, 3 und 1 auslaufen. Weiterhin kommt nun um

2 Uhr Nachmittags das wieder frisch gefüllte Filter 4 zum neuen Auslaufe des über 3 und 4 gehenden Saftes, 2 wird entleert und gefüllt und kommt Abends um 10 Uhr zum Auslauf. Der betreffende Saft steht auf 1, nachdem Wasser den Saft über 5 und 1 nach 2 gedrückt. Ist 5 entleert und gefüllt, so ist also der Stand der Batterie derselbe, wie zu Anfang der beschriebenen Arbeit Tages vorher 6 Uhr früh. Man sieht, daß abwechselnd das eine und andere der zwei Doppelfilter zum Ueberdrücken auf ein frisches Filter kommt, und daß der ursprüngliche Stand immer wieder nach 48 Stunden erreicht wird. Die Zeit, welche jede Filterfüllung im Betriebe ist, ist leicht zu finden: sie beträgt 40 Stunden, wovon 8 Stunden auf Absüßen, Entleeren und Füllen kommen.

Der Uebersichtlichkeit wegen ist im Vorhergehenden angenommen, daß die

neuen Filter bei Dicksaft und Dünnsaft gleichzeitig angestellt werden: es wird in der Praxis jedoch bequemer sein, dies abwechselnd zu thun, so daß nicht alle 8 Stunden je zwei, sondern alle 4 Stunden ein frischer Filter an die Reihe kommt und zwar für Dicksaft und Dünnsaft abwechselnd.

Die Menge Kohle, welche bei dem beispielsweise gewählten Betriebe gebraucht wird, beträgt 1 Kubikmeter auf 100 Ztr. verarbeiteter Rüben.

Man könnte natürlich bei der gegebenen Einrichtung auch eine andere Arbeitsweise wählen, z. B. die Filtration des Dünnsaftes nach dem Dicksaft und durch dieselben Filter, oder eine häufigere Filteranstellung in dem einen und dafür eine seltenere in dem anderen Theile. Dagegen sind zahlreichere Ausläufe nicht herzustellen, wenn stets Doppelfilter benutzt werden sollen.

Wenn für Dicksaft ebenfalls zwei Filter auslaufen sollen, so müßten noch zwei Filter mehr vorhanden sein; der Gang der Dicksaft- wäre dann derselbe wie derjenige der Dünnsaftfilter.

Die Menge Knochenkohle, welche bei einer bestimmten Arbeit angewandt wird, giebt einen Maßstab für die benutzte Filtrationswirkung. Man beurtheilt gern die erzielten Resultate in Saftreinheit und Safthelligkeit nach diesem Verhältniß zwischen Kohle und verarbeiteten Rüben, wobei die Arbeit von 24 Stunden als Einheit genommen wird. Da das spezifische Gewicht der Kohle mit dem Gebrauche derart zunimmt, daß ein Kubikfuß 50 bis 75 Pfd., ein Kubikmeter 16 bis 24 Ztr. wiegen kann, so ist es am einfachsten, den Filterraum für eine gewisse Verarbeitung, also für 100 Ztr. Rüben, anzugeben, und zwar dem neuen Systeme entsprechend, in Kubikmetern, wie dies im obigen Beispiele geschehen ist, welches zugleich eine ganz einfache Vergleichsnorm aufstellt, da die Menge von 1 Kubikmeter für 100 Ztr. Rüben an sich eine reichlich bemessene ist und jedes andere Verhältniß leicht zu beurtheilen gestattet. Natürlich muß dabei, da die Filter nicht überall gleich voll gefüllt werden, nur der wirklich benutzte Filterraum, der ja in jeder Fabrik feststeht, in Rechnung gezogen werden.

Hier noch ein Beispiel aus der Praxis zur Darlegung gebräuchlicher Verhältnisse zwischen Rübenverarbeitung und Filterbenutzung. (Es ist wie hier stets nur von Rohzuckerfabriken die Rede.)

Fabrik *N* verarbeitet 1200 Ztr. Rüben in 24 Stunden; vorhanden sind 6 Filter von einem Inhalt von 2,5 Kubikmeter (80 Kubikfuß) Kohlen; von den 6 Filtern laufen je zwei mit Dick- und zwei mit Dünnsaft, Dünnsaft stets nach dem Dicksaft. Vier Filter sind also in Thätigkeit, zwei im Entleeren und Füllen begriffen. Es läuft beispielsweise Dünnsaft über 1 und 2, Dicksaft über 3 und 4, während 5 und 6 geleert oder frisch gefüllt werden.

Angenommen, es würden je 4 Filter Kohlen in 24 Stunden wiederbelebt, so würde die Arbeit sich so eintheilen, daß man alle 6 Stunden ein frisches Filter anstellte.

Dies kann dann in folgender Weise geschehen: Man drückt mit Wasser den Dünnsaft aus 1 über 2 und wäscht dann 1 aus, und stellt den Dünnsaft auf 2, verbindet 2 mit 3 und drückt so Dicksaft aus 3 über 4 und füllt 5 mit Dicksaft, dann stellt man den Dicksaft auf 4; es laufen nun 2 und 3 mit Dünnsaft, 4 und 5 mit Dicksaft, 1 wird abgesüßt und frisch gefüllt. 6 Stunden später

rückt abermals die Arbeit um ein Filter weiter, indem ein frisches für Dicksaft hinzugenommen, ein Dicksaftfilter zum Dünnsaft genommen und ein Dünnsaftfilter abgesüßt wird. Jedes Filter ist also 24 Stunden in Thätigkeit, wovon die eine Hälfte mit Dick- die andere mit Dünnsaft; angewandt werden auf 100 Ztr. Rüben 0,8 Kubikmeter Kohle.

In den deutschen Fabriken, welche Sonntags keine Rüben verarbeiten, wird meist die Filtration an diesem Tage nicht unterbrochen, sondern wenigstens die Hälfte der sonst üblichen Filterzahl angestellt. Bei der Berechnung werden diese Filter in der Regel nicht mitgezählt, obwohl sie das Verhältniß vergrößern, in dem oben angeführten Falle z. B. um $^1/_{12}$.

Wirkungsweise der Knochenkohle. Absüßen der Filter. Die Wirksamkeit der Knochenkohle beruht auf der Anziehung, welche fein vertheilter Kohlenstoff, in dem Zustande einer porösen, große Oberfläche darbietenden Substanz, auf gewisse Bestandtheile der Rübensäfte ausübt, wodurch dieselben zum Theil veranlaßt werden, sich aus dem Saft auszuscheiden und mit einer gewissen Kraft an dem Kohlenstoff zu haften. Die Kohle wirkt aber in der Knochenkohle namentlich aus dem Grunde am besten, weil ihre Unterlage, die mineralische Knochensubstanz, ihr hier eine große Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen verleiht, und sie daher in dieser Form, nicht aber in irgend einer anderen, sehr häufig angewandt werden kann.

Man kann der Kohle durch angemessene Reinigungs- oder Auflösungsmittel bei zweckmäßiger, massenhafter Anwendung derselben, die aufgenommenen Stoffe wieder entziehen und sie daher zu wiederholter wirksamer Benutzung befähigen.

Die Absorption durch die Kohle betrifft zunächst ganz oder theilweise den noch nach der Saturation im Safte verbliebenen Kalk.

Die Knochenkohle absorbirt ferner eine gewisse Menge fremder Stoffe oder einen Theil der Nichtzuckerbestandtheile des Saftes und erhöht so die Reinheit des letzteren, mithin die Ausbringbarkeit an Zucker aus demselben. Man weiß, daß die Kristallisationsfähigkeit unbedingt durch die Knochenkohle erhöht wird und zwar entsprechend der Verminderung des auf dieselbe Menge Zucker vorhandenen Nichtzuckers, und daß der Grad dieser Wirkung mit der Menge der angewandten Knochenkohle wächst. Diese Wirkung findet aber auf die verschiedenen Saftbestandtheile in sehr verschiedenem Grade statt: während man die Entkalkung und mit geringer Beschränkung auch die Entfärbung der Säfte durch vermehrte Anwendung von Knochenkohle bis zur äußersten Grenze bringen kann, werden andere Bestandtheile, z. B. gewisse Salze, namentlich Chlorverbindungen und Salpeter, nur in sehr geringem Maße von der Kohle aufgenommen und bleiben auch bei der besten Filtration größtentheils im Safte zurück. Namentlich Verbindungen der Alkalien und des Kalkes mit gewissen organischen Stoffen, welche die Rolle von Säuren spielen und mit jenen eine Art Salze bilden, werden zum Theil von der Kohle absorbirt und zwar stets um so mehr, je größer das Verhältniß der Kohle zu denselben ist; dann werden auch die Alkalien selbst, sowie deren Salze überhaupt von der Kohle, wenn auch unvollkommen, aufgenommen.

Die sichtbare Wirkung der Kohle besteht in der Entfärbung der Säfte;

daher betrachtet man meistens den Grad der Entfärbung als das Maß für die Wirksamkeit der Kohle überhaupt. Bei der Darstellung des raffinirten weißen Zuckers ist die Entfärbung Hauptsache, ja unter vielen Verhältnissen alleiniger Zweck, bei der Darstellung des krystallisirten Zuckers aber in irgend welcher Form aus den Säften (der Rohzuckerfabrikation), wobei es vor Allem auf größtmögliche Ausscheidung von Zucker ankommt, ist die Entfärbung der sonstigen Absorption gegenüber untergeordnet.

Was die Menge der wirklich aus den Säften entfernten Nichtzuckerstoffe betrifft, so möge hier nur im Allgemeinen bemerkt sein, daß dieselbe auch unter günstigen Umständen dem Gewichte nach immer eine geringe bleibt, daß man daher die Menge der Knochenkohle immerhin noch über die üblichen Grenzen zum Vortheil der Säfte vermehren könnte, wenn dies nicht durch Rücksicht auf Kostspieligkeit u. s. w. erschwert würde, daß aber andererseits die vorhandenen Nichtzuckerstoffe auch bei der größten Kohlenmenge niemals ganz absorbirt werden, man also vollkommen reine Zuckerlösungen auf diesem Wege nicht erzielen kann.

In der Praxis wird die Wirkung der Kohle durch einen unvermeidlichen Umstand ganz erheblich abgeschwächt, da man den in der Kohle auch nach vollkommenstem Abfließenlassen zurückbleibenden Saft weder vernachlässigen noch unverändert daraus entfernen kann. Die Praxis besitzt bis jetzt kein anderes anwendbares Mittel zur Gewinnung dieses Rückhaltes, als das „Absüßen", d. h. Auswaschen mit Wasser. Je länger das Auswaschen fortgesetzt wird, und je verdünnter das Auswasch- oder Süßwasser wird, desto mehr wird von den absorbirten fremden Stoffen wieder aufgenommen und durch das Süßwasser der Kohle entzogen. Bis zur völligen Entfernung dieser Stoffe geht in der Praxis diese Wirkung des Auswaschens nie, da bei einer gewissen Grenze der Verdünnung die Wiederverarbeitung der Süßwasser zu Saft nicht mehr lohnend ist und man der Kosten der Gewinnung wegen immer einen Theil des Zuckers in den Filtern opfern muß. Jedenfalls werden beim Absüßen der Knochenkohle solche Säfte erzielt, die um so unreiner sind, je mehr die Verdünnung zunimmt.

Die Wirkung der Knochenkohle ist durch ihre Porosität bedingt; diese ist aber nicht unveränderlich.

Das Gewicht desselben Volumens Knochenkohle nimmt mit dem wiederholten Gebrauch derselben zu; während z. B. 1 Kubikmeter neuer Kohle 650 bis 760 Kilo wiegt, steigt dieses Gewicht allmälig bis auf 900 bis 1250 Kil., also bis fast auf das Doppelte.

Es folgt daraus, daß die Schwere einer Raumeinheit Kohle ein Maß für ihr Alter ist; es folgt aber auch ferner, daß die Wirksamkeit der Kohle sich allmälig vermindern muß, indem sowohl die Porosität, als auch durch eine nie ganz zu vermeidende Verbrennung der Kohlenstoff selbst abnimmt. Dazu kommt noch eine dritte Ursache: Es gelingt niemals, die fremden bei der Filtration aufgenommenen Stoffe ganz vollkommen wieder aus der Kohle in Form von Lösungen oder Gasen zu entfernen. Dieselben hinterlassen stets einen, wenn auch geringen Rückstand; durch die häufige Wiederkehr dieser Einwirkung muß aber die Porosität abnehmen, oder es müssen sich, wie man sagt, die Poren verstopfen.

Dadurch muß aber die Wirkung der eigentlichen Kohle abnehmen, die ja hauptsächlich auf Oberflächenanziehung beruht.

Als Stoffe, welche den bezeichneten nachtheiligen Einfluß in besonders empfindlichem Maße zeigen, sind namentlich der kohlensaure und der schwefelsaure Kalk zu nennen, deren Wiederentfernung daher unbedingt angezeigt ist. Es kommt dazu, daß der letztere besonders geeignet ist, die Verbrennung der feinsten Kohlentheilchen in der Glühhitze zu bewirken und so auf doppelte Weise die Beschaffenheit der Kohle zu verschlechtern.

Einen weiteren Umstand, welcher auf die Wirkung der Knochenkohle von hervorragendem Einfluß ist, bildet deren Vertheilungszustand, oder die Körnung. Je kleiner die Körner, desto wirksamer ist die Kohle, und zwar nicht allein in dem Maße, als in denselben Raum mehr Knochenkohle gebracht werden kann, sondern auch unabhängig hiervon, bei ganz gleichem Gewichte.

Wir haben nun die Ausführung der Filtration und des Absüßens im Einzelnen noch näher zu besprechen, und zu sehen, von welchen Umständen, abgesehen von der Beschaffenheit der Knochenkohle, der gute Effekt abhängig ist.

Zunächst hat die Erfahrung gelehrt, daß die Temperatur der Säfte während der Filtration eine dem Siedepunkte möglichst nahe liegende sein soll. Bei gewöhnlicher Temperatur sind einestheils die Dicksäfte und Klärsel zu wenig flüssig, und anderentheils findet eine weit geringere Absorption der Farbe- und anderen Stoffe statt. Bei welcher Temperatur diese am höchsten ist, bedarf wohl noch der genaueren Feststellung, ist aber für die Praxis aus dem Grunde ohne Wichtigkeit, weil gewisse mittlere Temperaturen während der Filtration aus anderen Rücksichten durchaus vermieden werden müssen. In der Nähe der Temperatur von 40 bis 60° zeigen nämlich die meisten Fabrikationsflüssigkeiten eine Neigung zum Trübwerden und hat dieses einmal begonnen, so nimmt die dadurch angezeigte nachtheilige Veränderung der Säfte mehr und mehr, oft bis zum Sauerwerden zu.

Die gleiche Rücksicht hat auch beim Absüßen der Filter obzuwalten; dasselbe muß entweder mit sehr heißem, also zum Sieden erhitzten, oder mit kaltem Wasser geschehen, im letzteren Falle so, daß die Vermischung mit dem heißen Safte möglichst rasch die mittleren, gefährlichen Temperaturen überwindet. Gerade beim Süßwasser tritt die Erscheinung des Trübewerdens am leichtesten ein.

Es folgt hieraus ferner die schon früher angedeutete Nothwendigkeit, die Filter vor Abkühlung zu schützen; geschieht dies nicht, so tritt namentlich bei langsamer Arbeit leicht Abkühlung der Filter ein, welche die angegebene Temperatur in den Säften und somit deren Benachtheiligung bewirken.

Ferner wirkt die Kohle um so besser, je längere Zeit der Saft mit ihr in Berührung bleibt. Eine gegebene Menge wirkt daher besser in einem hohen und engen, als in einem niedrigen und weiten Filter. Man sucht also die Länge des Weges durch die Kohle möglichst zu vergrößern und wendet daher, um nicht allzu hohe Filter aufstellen zu müssen, je zwei oder drei verbundene Filter an. Dabei ist auch der Umstand von Vortheil, daß die filtrirende Schicht in zwei Theile getheilt wird, und man immer nur eine Hälfte derselben, die älteste, zu erneuern braucht, während die andere, keineswegs erschöpfte, noch für den unreineren Saft

angewandt und nur der bereits etwas gereinigte mit frischer Kohle zusammengebracht wird.

Filtrirt man Dünnsaft über frische Filter, so ist die Einwirkung eine sehr energische. Die Absorption des Kalkes, der Alkalien und des Farbstoffes bewirkt eine Reinigung, die bei der folgenden Filtration des Dicksaftes noch vervollkommnet wird; im Allgemeinen wirkt die Kohle auf verdünnte Säfte weit kräftiger als auf konzentrirtere.

Weniger wirksam ist natürlich die Kohle, über welche schon Dicksaft filtrirt worden ist, und obwohl diese noch den Dünnsaft zu reinigen vermag, so ist es doch nicht von Vortheil, die ganze Wirksamkeit frischer Kohle allein für den Dicksaft zu benutzen und den Dünnsaft nur der geringeren Kraft schon gebrauchter auszusetzen. Allerdings gelangt, wenn man Dünn- und Dicksaft nicht über gesonderte Filter, sondern nach einander über dieselben filtrirt, eine größere Menge frischer Kohle zur Einwirkung auf den Dicksaft, dagegen wirkt aber unzweifelhaft der in größerer Menge dem letzteren nachfolgende Dünnsaft wie eine theilweise Auswaschung, welche einen Theil der aus dem konzentrirteren Saft absorbirten Stoffe dem nachfolgenden verdünnteren wieder zuführt.

Es ist erwiesen, daß unter sonst gleichen Umständen die Trennung reinere Säfte liefert, als die Benutzung derselben Filter für Dünn- und Dicksaft. Dennoch ist letztere viel verbreitet.

Daß man bei getrennten Säften, mit Rücksicht auf die geringere Menge Abfüßwasser, doch den Dicksaft durch Dünnsaft aus dem Filter erst verdrängt und dann erst mit Wasser abfüßt, ist schon oben angegeben worden.

Es ist wesentlich, das Abfüßen bis zu derjenigen Grenze fortzusetzen, wo der geringe Zuckergehalt die Verdampfung nicht mehr lohnend erscheinen läßt; obwohl wir wissen, daß die Reinheit dieser verdünnten Produkte eine geringere als die der ursprünglichen Säfte ist, so ist dieselbe doch immer noch derart, daß man — außer bei der Filtration von an und für sich schon geringwerthigen Produkten — hierauf weniger, als auf die Verdampfungskosten Rücksicht zu nehmen hat. Der Punkt, bis zu welchem man abfüßen soll, ist daher auch nicht in allen Verhältnissen, also nicht in allen Fabriken derselbe; dagegen muß derselbe, einmal festgesetzt, mit Sicherheit eingehalten werden. Die in vielen Fällen angewandten ungenauen Aräometer gewöhnlicher Art sind daher beim Abfüßen ganz zu verwerfen, da sie nicht die Beobachtung der Zehntelprozente, um die es sich hierbei handelt, erlauben. Es sind nur allein solche Spindeln anwendbar, welche eine hinlängliche Länge der Prozente Balling besitzen, um Zehntel genau ablesen zu lassen. Ich empfehle dazu die oben S. 4 zuletzt angeführten Abfüßspindeln. Für den Fall, daß man mit kaltem Wasser abfüßt, hat man die an diesen Aräometern erkennbare Dichte des reinen Fabrikwassers bei der Temperatur des letzten Abfüßwassers zu Grunde zu legen und als den Nullpunkt zu betrachten. Wenn dieses Wasser z. B. 0,2 Proz. anzeigt, und man bis auf 0,3 Proz. abfüßen will, so hat man hiermit aufzuhören, wenn das (kalte) Süßwasser 0,5 Proz. besitzt und ähnlich unter anderen Verhältnissen. Für den Fall des heißen Abfüßens sind natürlich solche Angaben nicht zu benutzen und man hat sich oft mit mehr oder minder genauen Korrektionen für die Temperaturunter-

schiede beholfen, was aber unzuverlässige Resultate giebt. Ich kann für diesen Zweck nur das eine Auskunftsmittel empfehlen, die zu prüfende Flüssigkeit immer auf eine annähernd bestimmte Temperatur abzukühlen. Man kann dies einfach so ausführen, daß man den Metallzilinder, der beim Spindeln benutzt wird, vorher einige Zeit in ein größeres Gefäß mit Wasser stellt, welches stets auf gleicher, niedriger Temperatur gehalten wird, oder man bedient sich noch besser einer aus einem Zinnrohr gebogenen kleinen Schlange, die in einem Wassergefäß liegt, in welchem ein schwacher Strom kalten Wassers die gewünschte gleichmäßig niedrige Temperatur erhält.

Es ist auf diese Weise leicht, das Absüßen an dem vorher bestimmten Punkt abzubrechen. Wo dieser Punkt liegen soll, läßt sich nach dem oben Gesagten nicht für alle Fälle angeben. Während ein Filter, über welches reinstes Zuckerklärsel filtrirt worden, bis auf 0,1 abgesüßt werden soll, wird man bei geringen Produkten schon bei 0,6 oder 0,8 aufzuhören für gut finden. Hierüber können nur genaue Untersuchungen, d. h. Bestimmungen der wirklichen Reinheit der Süßwasser unter Berücksichtigung der Verdampfungskraft der betreffenden Fabrik entscheiden. Die Frage vereinfacht sich sehr, wenn man, wie dies in der Kampagne wenigstens meistens geschieht, alle Säfte mit Dünnsaft aus den Filtern verdrängt, also eigentlich nur Dünnsaft abzusüßen hat. Im Allgemeinen begeht man eher einen Fehler, wenn man nicht weit genug, als wenn man zu weit absüßt, doch ist hierbei die weitere Verwendung der Süßwasser von entscheidendem Einfluß. Man kann annehmen, daß es unter gewöhnlichen Verhältnissen, wenn keine andere Verarbeitung möglich, als die Verdampfung mit dem Dünnsafte, rathsam ist, die Absüßung nicht über 0,5 bis 0,6 fortzusetzen, daß man aber, wenn eine Wiederbenutzung der Süßwasser an Stelle des Wassers stattfindet, auf 0,2 bis 0,3 Proz. hinabgehen kann. Weil auch die Geschwindigkeit des Absüßens von Einfluß ist, so ist bei zu rascher Strömung des Süßwassers nicht zu vermeiden, daß die Entzuckerung der Kohle im Filter ungleich vor sich geht und einzelne Theile mehr Zucker zurückbehalten, als andere; man hat also auf nicht zu rasches Absüßen sowie darauf zu achten, daß der Zuckergehalt in der abgesüßten Kohle wirklich die beabsichtigte Grenze erreicht, eine Grenze, welche nur dadurch festgestellt werden kann, daß man die Kohle genau untersucht, wie sie sich bei einigen Vorversuchen in Folge sorgfältig ausgeführten Absüßens bis auf verschiedene Gehalte des Süßwassers ergiebt.

Die Menge Zucker, welche in der Kohle verbleibt, ist auch bei bester Ausführung des Absüßens immer von Bedeutung; sie ist natürlich je nach der Natur der Kohle, der Säfte, der Absüßung und nach dem Querschnitte der Filter eine sehr verschiedene.

Man kann annehmen, daß nach der Dünnsaftfiltration und der äußersten Grenze der Absüßung bei sorgfältigster Arbeit die Kohle noch 0,25 Proz. ihres Trockengewichtes Zucker enthält, daß aber diese Menge in laufender Arbeit in der Regel auf 0,4 bis 0,5 sich erhebt, und daß sie beim direkten Absüßen der Dicksaft- oder Klärselfilter mit Wasser bis 0,75 oder 1,0 Proz. steigen kann. Es ist hieraus klar, daß große Zuckerverluste bei ungenauer Einhaltung der Absüßungs-

grenze, in Folge Anwendung ungenauer Aräometer oder anderer noch weniger zuverlässiger Kennzeichen entstehen können.

Es ist daher, so lange der Betrieb der Filtration nicht aufs Regelmäßigste und Sicherste geordnet, und namentlich dann, wenn nicht geeignete Verwendung für die letzten Süßwasser möglich ist, nicht dringend genug zu empfehlen, die Kohle öfter auf den Zuckerrückhalt zu prüfen und der Erreichung der festzusetzenden niedrigsten Dichte des Süßwassers die ernsteste Aufmerksamkeit angedeihen zu lassen.

Man nimmt im Allgemeinen an, daß die Absüßung mit heißem Wasser rascher zum Ziele führt und weniger Wasser erfordert, mithin auch weniger Zucker in der Kohle zurückläßt und weniger Süßwasser liefert, als die mit kaltem, und dies ist wohl der Grund, weßhalb jene noch meist vorgezogen wird.

Allerdings verlangt, um gleiches Ziel zu erreichen, das heiße Absüßen weniger Wasser, als das kalte, allein der Zuckerverlust kann bei gehöriger Sorgfalt auf das gleiche Maß gebracht werden, und die Süßwasser sind bei heißem Wasser von ganz bemerklich geringerer Beschaffenheit, als bei kaltem. Direkte, wiederholte Vergleichsversuche haben ergeben, und die Praxis hat, wenn Gelegenheit dazu vorhanden war, bestätigt, daß trotz der größeren Wassermenge bei kaltem Absüßen, der Vortheil auf der Seite der niedrigeren Temperatur ist, bei welcher ein geringerer Antheil der absorbirten Nichtzuckerbestandtheile, namentlich der salzartigen Verbindungen in Lösung geht, während man doch dieselbe Grenze des Zuckerverlustes erreichen kann.

Es ist nun noch die Frage zu erörtern, wie man am besten die Süßwasser weiter verarbeiten soll?

In den meisten Fällen wird das Süßwasser des Dünnsaftes und des Dicksaftes, um welche es sich hier vorzugsweise handelt, mit dem filtrirten Dünnsaft vereinigt und im Verdampfapparat mit diesem zu Dicksaft verdampft, der dann wieder über Filter geht.

Dies ist zwar nicht die richtigste, dagegen aber die praktisch einfachste Verarbeitung.

Bei der Filtration von reineren Klärseln wird das Süßwasser an Stelle von Wasser zum Auflösen des Zuckers verwandt und die letzten sehr verdünnten Auswaschprodukte fallen ebenfalls unter dieselbe Rubrik, wie die hier in Rede stehenden Dünnsaft- und Dicksaft-Süßwasser.

Bei jeder Saftgewinnung, welche Rübenbrei voraussetzt, ist die Benutzung von Süßwassern statt Wasser zur Verdünnung desselben angezeigt. Man erzielt so die Vermischung und gemeinschaftliche Verarbeitung mit einem geringeren Stoffe und gleichzeitig eine ganz bemerkliche Wasser- und mithin Verdampfungsersparniß. Ferner empfiehlt sich die Verwendung des Süßwassers zum Verdünnen des Scheideschlammes, sowie auch des mit sehr wenig Wasser gelöschten Kalkes, oder zum Löschen des Kalkes selbst, endlich auch zum Ausspülen der Scheidepfannen und dergl.

Bei der Saftgewinnung ohne Reiben, nämlich bei der Diffusion, findet die Einführung von Süßwasser an irgend einer Stelle der Batterie, mit der Absicht, Wasser zu ersparen, häufig statt; doch ist letzterer Zweck dadurch keineswegs ohne gleichzeitigen Zuckerverlust in den Schnitzeln zu erreichen. Man ist auf die anderen Verwendungen angewiesen, die übrigens auch vollkommen genügen, wobei man

dann vielleicht die Absüßung nicht so weit treiben wird, als wenn die Verarbeitung ganz beliebiger Süßwassermengen möglich ist.

Beim Verdünnen des Rübenbreies ist kaltes Absüßwasser unbedingt nöthig, zum Schlamm und Kalk ist eben so gut heißes zu gebrauchen. Gut ist es, dem Süßwasser im Behälter regelmäßig, etwa alle 3 Stunden, Kalk zuzusetzen.

Wo mehrfache Verwendungen des Süßwassers möglich, ist eine bestimmte Regel für die verschiedenen Zwecke festzusetzen; beim Nachpressen nimmt man dasselbe zum Preßlingenbrei; es muß dann etwas verdünnter sein, als zum Verdünnen des Rübenbreies. Um einen Anhaltspunkt zu geben, mag eine Schwere des Süßwassers von 1,5 bis weiter hinab als für die Schlamm- und Kalkvermischung passend bezeichnet werden, die Schwere von 1,0 Proz. abwärts für Rübenbrei und von 0,7 bis 0,8 abwärts für Preßlingenmaische. Daß man in allen Fällen bis 0,3 Proz. (über der Spindelanzeige des Wassers) herabgehen kann, ist schon erwähnt. Bedenkt man, daß auch noch verdünntere Süßwasser, beim kalten Absüßen wenigstens, immer noch besser sind, als das stets etwas Nichtzucker-Bestandtheile (und natürlich keinen Zucker) enthaltende Wasser, so wird man bei diesen Verwendungen auch noch länger abzusüßen vortheilhaft finden. Aus diesen Andeutungen ist in jedem Falle die für die vorhandenen Verhältnisse und Umstände empfehlenswertheste Arbeitsweise abzuleiten, ohne daß es nöthig wäre, hier die verschiedenen möglichen Anordnungen noch eingehender zu besprechen.

Wiederbelebung der Knochenkohle. Allgemeines. Aus den im Vorigen enthaltenen Angaben über die von der Knochenkohle bei der Filtration aufgenommenen Stoffe und die Veränderungen, welche dieselbe unter dem Einflusse verschiedener Umstände erleidet, ergeben sich im Allgemeinen die Nothwendigkeit, behufs Wiedergebrauches der Kohle derselben die absorbirten Stoffe wieder zu entziehen, sowie die wesentlichsten Gesichtspunkte, von denen aus die hierzu dienenden Arbeiten eingerichtet und beurtheilt werden müssen.

Die Wiederbelebung begreift in der Hauptsache die Entkalkung, Gährung (oder Fäulniß), einfaches oder mehrfaches Auswaschen, das Trocknen und Glühen.

Die Entkalkung der Knochenkohle geschieht mit Salzsäure in der weiter unten zu beschreibenden Weise.

Die organischen Substanzen in der gebrauchten Kohle könnten streng genommen durch einfaches Glühen zerstört werden; da man jedoch dies, mit Rücksicht auf den Kohlenstoff der Knochenkohle, unter vollkommenem Luftabschluß bewerkstelligen müßte, so würden die Poren der Knochenkohle sich sehr bald mit den Rückständen der Zersetzung anfüllen und die Kohle somit ihre Absorptionskraft einbüßen; die organischen Stoffe sind also nur durch Auflösung oder indem man sie zum größten Theile in gasförmige Produkte verwandelt, zu entfernen. Dies geschieht bei der in mittlerer Temperatur und bei Berührung mit Luft und Feuchtigkeit, und besonders im feinvertheilten Zustande eintretenden Zersetzung, die man Gährung oder Fäulniß nennt.

Wenn man gebrauchte Knochenkohle in warmem Wasser liegen läßt, so findet alsbald eine fäulnißartige Zersetzung der aufgenommenen organischen, namentlich stickstoffhaltigen Bestandtheile statt, welche sich durch übelriechende Gasentwicke-

lung kund giebt, während zugleich Säure- und Schimmelbildung stattfindet und organische Stoffe in das Wasser übergehen. Wärme beschleunigt diesen Zersetzungsprozeß, der als beendet betrachtet werden kann, wenn keine Gasentwickelung mehr stattfindet.

Aehnliches geschieht, wenn man die feuchte, nicht aber von Wasser bedeckte Kohle in Haufen liegen läßt; es stellt sich alsbald eine Erwärmung ein, und es findet eine Zersetzung der organischen Stoffe, die hier hauptsächlich eine Verbrennung ist, statt. Die Erwärmung kann sich, wenn die Haufen groß genug sind, bis zur nachtheiligen Erhitzung steigern. Die entweichenden Gase sind hierbei weniger übelriechend und der Prozeß schließt erst nach längerer Zeit ab. Man nennt die erstere Art dieser Zersetzung die „nasse", die letztere die „trockene Gährung"; sie finden beide Anwendung.

Die aus den Filtern entnommene Kohle enthält meistentheils, namentlich in den oberen Schichten, mechanisch beigemengte Unreinigkeiten der Säfte, wenn diese nicht vollkommen klar auf die Filter gelangt sind. Obwohl die Einrichtungen so getroffen sein sollten, daß dies nicht vorkommen könnte, so ist es bei raschem Betriebe doch oft nicht zu vermeiden. Ein vorläufiges Auswaschen der entleerten Kohle vor jeder weiteren Bearbeitung empfiehlt sich daher als sehr rationell und Säure ersparend.

Statt die Kohle gähren zu lassen, kann man sie auch mit kaustischem — nicht kohlensaurem — Natron auskochen. Dadurch werden die organischen Verunreinigungen der Kohle sogar in vollkommenerer Weise gelöst und entfernbar, als durch die Gährung; auch bietet das Verfahren den Vortheil, in einem Tage dasselbe erreichen zu lassen, wozu bei der Gährung 6 bis 7 Tage nothwendig sind. Die hieraus sich ergebende Ersparniß an Kosten, Raum und Arbeitslohn ist nicht unbedeutend und hat zu mehrfacher Anwendung dieses Verfahrens im großen Maßstabe geführt.

Jedenfalls findet bei dem Auskochen mit Natron auch dann eine erhebliche Reinigung der Knochenkohle statt, wenn dasselbe neben der Gährung angewendet wird, wo dann weit weniger Natron erforderlich ist. Nur die unbequeme Vermehrung der Arbeit und namentlich des Hin- und Herschaffens der Kohle hält davon ab, wenigstens einen Theil der Kohle in regelmäßigen Zwischenräumen so zu behandeln.

Im Falle die Kohle stark mit Gips beladen ist, muß sie durch Auskochen mit kaustischem Natron davon befreit werden.

Nach der Gährung oder nach dem Auskochen mit Natron, wenn solches stattgefunden hat, muß die Kohle aufs sorgfältigste gewaschen, oder besser ausgekocht werden. Diese Arbeit verlangt in jeder Hinsicht die größte Aufmerksamkeit und das reinste Wasser, statt dessen man auch mit gutem Erfolge ammoniakhaltiges anwendet.

Die so viel wie möglich durch die angeführte Behandlung gereinigte Kohle wird schließlich gedämpft, getrocknet und geglüht. Dadurch wird hauptsächlich das Wasser, ferner auch gasförmige und endlich einige andere Stoffe organischen Ursprungs entfernt, welche bis dahin nicht haben entfernt werden können.

Es ist zur erfolgreichen Wiederherstellung der Wirksamkeit der Knochenkohle erforderlich, daß alle Theile dieser Wiederbelebungsarbeit mit steter Rücksicht auf möglichsten Erfolg ausgeführt werden. Denn es findet trotzdem jedesmal ein geringer Verlust an Wirksamkeit statt, und da dies im Verlaufe der Arbeit sich sehr häufig, nämlich jede Kampagne etwa wöchentlich wiederholt, so müssen sich die jedesmaligen Unvollkommenheiten schließlich in empfindlicher Weise bemerkbar machen. Unter allen Umständen wird schon dadurch eine Abnahme der Absorptionskraft veranlaßt, daß ein langsames Verbrennen eines Theiles des Kohlenstoffes, selbst bei niedrigen Temperaturen, nicht verhindert werden, und daß man niemals auch die letzten Spuren der absorbirten Stoffe ganz entfernen kann.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über die Haupttheile der Wiederbelebung in ihrem Zusammenhange gehen wir zur Beschreibung der Arbeiten im Einzelnen und zu den Bemerkungen über, zu welchen dieselben Veranlassung bieten können.

Zum Entkalken oder Säuren ist die Salzsäure allen anderen Stoffen vorzuziehen, da dieselbe wohlfeil, leicht zu beschaffen und in der Anwendung, wenn die erforderliche Vorsicht gebraucht wird, gefahrlos ist. So lange nicht mehr Salzsäure genommen wird, als der aufzulösenden Kalkmenge entspricht, können nachtheilige Folgen für die Knochenkohle durch dieselbe nicht herbeigeführt werden.

Die Salzsäure kann die gewöhnliche rohe sein, nur soll sie möglichst wenig Schwefelsäure enthalten. Diese Beimengung bildet mit dem Kalke Gips, der aus der Kohle schwer zu entfernen ist und sich durch mancherlei nachtheilige Folgen bemerklich macht. Es ist schwer, die Grenze des zu gestattenden Gehaltes festzustellen und man wird daher im Allgemeinen nur die reinste Säure auszuwählen haben, die man bekommen kann. Etwa 0,05 bis 0,1 Proz. Schwefelsäure dürften indessen in der großen Praxis ungefähr den Gehalt darstellen, welchen man ohne Bedenken gestatten darf; im Nothfalle würde man selbst eine Säure von etwas höherem Gehalte benutzen können. Häufige Untersuchung der Salzsäure wie der Knochenkohle auf Schwefelsäuregehalt sind jedenfalls geboten und werden nach einiger Zeit die nöthigen Erfahrungsresultate an die Hand geben.

Die Säure des Handels hat eine Dichtigkeit von 1,16 bis 1,17 (20 bis 21° Baume oder 36 bis 38 Proz. Ball.). Ein Kilogramm dieser Säure kann 440 Grm. kohlensauren Kalk zersetzen; jedes zu entfernende Kilogramm kohlensaurer Kalk verlangt also $2^1/_4$ Klgr. dieser Säure. (Man rechnet in der Fabrikation stets nach kohlensaurem Kalk, wie ihn auch die Untersuchung der Kohle ergiebt, bezeichnet ihn aber kurzweg als Kalk.)

Für den Fall, daß die Salzsäure eine andere als die angegebene Dichtigkeit besitzt, sind natürlich auch andere Mengen für eine bestimmte Kalkmenge anzuwenden. Nachfolgende Tabelle kann zur Berechnung dieses Verhältnisses benutzt werden.

Tabelle für den Gehalt der Salzsäure bei verschiedenen spezifischen Gewichten.

Aräometergrad Baume	Spezifisches Gewicht	100 Thle. Säure enthalten Chlorwasserstoff bei 0°	100 Thle. Säure enthalten bei 15° C. an:			
			Chlorwasserstoff	Säure von 20° Baume	Säure von 21° Baume	Säure von 22° Baume
20	1,161	30,4	32,0	100,0	94,4	89,6
20,5	1,166	31,4	33,0	103,3	97,3	92,4
21	1,171	32,3	33,9	106,1	100,0	94,9
21,5	1,175	33,0	34,7	108,6	102,4	97,2
22	1,180	34,1	35,7	111,7	105,3	100,0
22,5	1,185	35,1	36,8	115,2	108,6	103,0
23	1,190	36,1	37,9	118,6	111,8	106,1
23,5	1,195	37,1	39,0	122,0	115,0	109,2
24	1,199	38,0	39,8	124,6	117,4	111,4
24,5	1,205	39,1	41,2	130,0	121,5	115,4
25	1,210	40,2	42,4	132,7	125,0	119,0
25,2	1,212	41,7	42,9	134,3	126,6	120,1

Kennt man den Inhalt der Filter (nach Gewicht) und den Prozentgehalt des zu entfernenden Kalkes, so wird hiernach, je nach der Dichtigkeit der Säure der jedesmalige Zusatz leicht berechnet. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß die Menge des wirklich aufgelösten Kalkes — soweit derselbe wenigstens bei der gewöhnlichen Untersuchung der Knochenkohle gefunden wird — eine etwas geringere als die berechnete ist; dagegen wird auch durch die späteren Arbeiten, namentlich durch das Waschen nach der Gährung, Kalk entfernt.

Strenggenommen sollte man so viel Salzsäure zusetzen, daß der während der Filtration aufgenommene, also der freie Kalk, gerade gelöst wird, man würde alsdann den Kalkgehalt der Kohle stets auf der Normalmenge erhalten. Allein im praktischen Betriebe kann man sich weniger hiernach als nach der schließlich zu erkennenden Wirkung richten und bemißt daher den Salzsäurezusatz nach der Ab- oder Zunahme des Kalkgehaltes der wiederbelebten Kohle. Im Allgemeinen strebt man in dieser Beziehung wohl dahin, der Kohle nur den Gehalt der neuen zu erhalten, also so zu säuern, daß die wiederbelebte Kohle etwa 6 bis 8 Proz. kohlensauren Kalk zeige. Während manche Fabriken diesen Gehalt beobachten, findet man in anderen, und zwar ganz zweckmäßig, 8 bis 10, bisweilen auch 11 bis 13 Proz. (kohlensauren) Kalk als nicht zu überschreitende Grenzen angesehen. In Raffinerien pflegt man bis auf 5 Proz., und wohl noch tiefer hinabzugehen, vielfach ohne jeden Säurezusatz. Ueber die Zahl 13 Proz. ist es in keinem

Falle räthlich, den Kalkgehalt steigen zu lassen; aus Gründen, welche hier zu erörtern zu weit führen würde. Im Allgemeinen wächst die Entfärbungskraft der Kohle mit der Entkalkung derselben, nimmt aber nicht in demselben Verhältniß wie die Kalkentziehung zu. Eine Verminderung bis unter 6 bis 7 Proz. sieht man andererseits nicht gern.

In allen Fällen mischt man die bestimmte Menge Säure mit heißem Wasser, und nimmt davon in der Regel 1 bis $1^1/_2$ Proz. vom Gewichte der trockenen Kohle, und soviel Wasser, daß die verdünnte Säure nicht mehr als 1 Proz. reine Säure enthält. Die Verdünnung wird in einem hölzernen Bottich vorgenommen, aus welchem die Flüssigkeit in den Gährraum durch hölzerne Rinnen geleitet wird. Auf möglichst gleichmäßige Vertheilung der Säure und rasche Vermischung in kleinen Antheilen ist die größte Sorgfalt zu verwenden. Bei der nassen Gährung geschieht der Säurezusatz in den Gährbottichen oder Gruben selbst (oder in den Kohlenkasten vor den Filtern), bei der trocknen Gährung, bei welcher die Kohle offen liegen bleibt, muß zwischen den Filtern und dem Gährraum ein Säurebottich eingeschaltet werden, in welchem die Kohle 6 bis 12 Stunden mit der Säure in Berührung bleibt, worauf man das Säurewasser abläßt und dann die Kohle unmittelbar in den Gährraum bringt. In beiden Fällen ist es gut, einige Stunden nach dem Zusatz der Säure diese von der Kohle abzuziehen und nochmals auf die Kohle aufließen zu lassen; es wird hierdurch die Ungleichmäßigkeit der Einwirkung etwas ausgeglichen.

Gährung. Bei der nassen Gährung bleibt das Säurewasser auf der Kohle stehen, während sich die sogenannte Gährung mit erst steigender, dann nachlassender Lebhaftigkeit durch Gasentwickelung u. s. w. kenntlich macht. Nach 6 bis 7 Tagen ist dieselbe als beendigt anzusehen; man thut dann gut, das faulige Wasser abzulassen und durch reines warmes Wasser zu ersetzen. Die nasse Gährung belästigt durch die entwickelten übelriechenden Gase und durch die Gährungswasser, deren man sich oft nur schwierig entledigen kann. Sie setzt ferner das Vorhandensein von wasserdichten Gährungsbehältern aus Holz oder Stein voraus. Dagegen ist sie in kürzerer Zeit beendet, als die trockene, gestattet auch im Nothfall eine Abkürzung der bezeichneten Zeiträume.

Die Gährgefäße werden am besten aus Mauerwerk mit einer Ausfütterung aus Granitsteinen oder auch nur aus gutem Zementmauerwerk hergestellt; sie nehmen in dieser Weise einen weit geringeren Raum ein, als hölzerne Bottiche. Man versenkt sie aber nicht in die Erde, sondern errichtet sie in ihrer ganzen Höhe über dem Fußboden, damit man den flüssigen Inhalt leicht ablassen kann und nicht genöthigt ist, ihn durch Auspumpen fortzuschaffen.

Bei der trockenen Gährung wird die gesäuerte Kohle nach dem Abfluß des Säurewassers auf dem mit Platten belegten Boden des Gährraumes in Haufen von nicht über 0,6 bis 0,7 Meter ausgebreitet.

Der Gährraum für diese Art der Kohlenbehandlung muß erwärmt und gut gelüftet werden können. Man bringt immer die Kohle eines Tages zusammen in einen Haufen und trennt die einzelnen Haufen der Regelmäßigkeit des Betriebes wegen durch Zwischenwände. Die Gährung tritt nur ein, wenn eine warme

Anfangstemperatur vorhanden ist, macht dann aber die Temperatur der sich mit einer weißen Ausblühung bedeckenden Kohle rasch steigen; sie muß durch Luftzug, nöthigenfalls durch Begießen mit Wasser oder Ausbreiten der Haufen so regulirt werden, daß sie sich nicht über 60 bis 70° erhebt. Im Uebrigen kann auf das oben im Allgemeinen hierüber Gesagte verwiesen werden. Man soll die Kohle nicht eher wegnehmen, bis ein deutliches Sinken der Temperatur das Nachlassen des Verwesungsprocesses sicher anzeigt.

Die trockene Gährung ist nur wenig verbreitet; sie erfordert zu ihrer Vollendung mindestens 10 Tage, zuweilen, wenn das Lokal zu kalt ist, noch mehr, und eine frühere Unterbrechung ist von Nachtheil; es ist deshalb die erforderliche Kohlenmenge für eine bestimmte Arbeit größer.

Zwischen der Gährung und der folgenden Arbeit, dem Waschen, hat die Behandlung der Knochenkohle durch *Auskochen* mit verschiedenen Flüssigkeiten ihren Platz. Am einfachsten und mit bestem Erfolg kocht man die Kohle in den Gährgefäßen selbst aus, wozu dieselben mit den erforderlichen Leitungen versehen sein müssen. Bei gemauerten Gruben ist dies jedoch weniger leicht auszuführen und auch bei hölzernen Bottichen ist bei zweckmäßiger Aufstellung die Benutzung besonderer *Kochbottiche* in vielfacher Beziehung empfehlenswerther, da diese dann für die Ausführung der Arbeit passender hergestellt werden können. Man legt nämlich in den Bottich, etwa 0,1 Meter über dem Boden, einen zweiten hölzernen Siebboden und bedeckt denselben mit einer geflochtenen Horde. Die Mitte des Bottichs nimmt ferner eine vierkantige hölzerne Röhre ein, die durch den Siebboden hindurch bis auf den dichten Boden geht, auf welchem sie ruht; passende Ausschnitte in den Wänden lassen hier der Flüssigkeit freien Durchgang. Der obere Rand dieses hölzernen Rohres ist von einem ebensolchen, mit Löchern versehenen Kranz umgeben, der eine Erweiterung der Röhre darstellt und die überfließende Flüssigkeit gleichmäßig umher verbreitet. Ein Dampfrohr geht durch das Mittelrohr bis auf den Boden des Bottichs.

Die Wirksamkeit dieses sehr einfachen, aber für alle Fälle ganz zweckmäßigen Kochbottichs ist folgende: In den Raum zwischen dem Siebboden und dem Rande wird die auszukochende Kohle geschüttet, dann das Wasser oder die zu benutzende Lösung zugegeben und Dampf angestellt. Wenn die Flüssigkeit zum Kochen kommt, wird sie durch den Dampf im Mittelrohr emporgetrieben und fließt nach allen Seiten über die Oberfläche der Kohle hin, so daß eine sehr vollkommene Zirkulation der kochenden Flüssigkeit aus der Mitte und nach den Seiten hinunter hergestellt, und dieselbe mit allen Theilen der Kohle in vielfache Berührung gebracht wird.

Hier geschieht auch das *Auskochen der Kohle mit Natron* behufs *Entfernung des Gipses*. Die schon in der neuen Kohle vorhandene (0,1 bis 0,3 Proz. betragende) Menge Gips vermehrt sich in der Regel beim Gebrauche, sei es in Folge der Gegenwart von Schwefelsäure in der Salzsäure, im Scheidekalk, in den Rüben, oder im Wasser, und weil die Löslichkeit des Gipses zu gering ist, um ihn jedesmal mit Sicherheit entfernen zu lassen. Ein größerer Gehalt von Gips in der Knochenkohle aber wirkt schädlich.

Das sicherste Mittel gegen eine Zunahme des Gipsgehaltes der Kohle be-

steht im Fernhalten aller schwefelsäurehaltigen Stoffe; doch ist dies nicht durchweg auszuführen, und die Folge ist die allmälige Zunahme desselben, wenn nicht sehr reines und sehr reichliches Wasser beim Waschen dagegen wirkt. Unter günstigen Umständen bleibt der einmal erreichte Gehalt konstant und es würde nicht viel helfen, wenn man ihn plötzlich erniedrigte; er würde unter dem Einfluß der täglichen Arbeit in sehr kurzer Zeit wieder auf diesen Standpunkt heraufkommen, der, wie man sieht, in jeder Fabrik ein anderer und durch öftere Analysen festzustellen ist. Wenn man aber bemerkt, daß dieser Gehalt nicht mehr konstant ist, sondern allmälig zunimmt, so ist eine Entgipsung durchaus geboten. Im Allgemeinen wird man finden, daß die Kohle ohne Nachtheil bis 0,5 Proz. Gips enthalten kann, daß aber Gehalte von etwa 1 Proz. zu den direkt schädlichen gehören; wie gesagt, ist der sich konstant erhaltende Prozentsatz je nach der Wechselwirkung der verschiedenen Ursachen verschieden. Das Entgipsen geschieht durch Auskochen mit kohlensaurem oder besser mit kaustischem Natron; dabei findet eine gegenseitige Zersetzung statt, in deren Verfolg nur leicht entfernbare Verbindungen (schwefelsaures Natron und kohlensaurer oder freier Kalk) entstehen. Auf dieses muß noch ein längeres Auskochen mit reinem Wasser und eine Behandlung mit Salzsäure folgen, um alle Salze zu entfernen. Das Kochen mit Natron sowohl wie das mit Wasser muß man mindestens 6 bis 8 Stunden andauern lassen. Die Menge Natron, welche man anzuwenden hat, richtet sich nach dem Gipsgehalt der Kohle und dem Alkaligehalt der angewandten Soda oder des kaustischen Natrons.

Das Auskochen der Kohle mit Wasser nach der Gährung ist dagegen unter allen Umständen anzurathen, sei es nun, daß dasselbe an dieser Stelle, oder auch nach dem Waschen stattfinde, nur muß man reines Wasser zur Benutzung in reichlicher Menge haben. Das meistens zum Waschen der Knochenkohle angewandte Kondensationswasser, durch Einspritzen unreinen Wassers in Dampf erhalten, befindet sich in einem Zustande, in welchem es im höchsten Grad geneigt ist, seine mineralischen Bestandtheile abzusetzen, und zwar ganz besonders in Berührung mit so porösen Körpern, wie die Knochenkohle; es folgt daraus, daß dieses Wasser zum Reinigen der Kohle durch Auskochen oder Waschen nicht geeignet ist. Verwendet man dagegen das heißere und reinere Kondenswasser, welches durch Abkühlung von Dampf ohne Einspritzen erhalten worden ist, oder Brüdenwasser, d. h. ebenso kondensirten Saftdampf, so muß die Reinigung eine sehr wirksame sein. Dieselbe erstreckt sich auch auf den Kalkgehalt der Kohle. Das Auskochen, statt des bloßen Auswaschens, mit reinem Wasser und somit eine vermehrte Reinigung der Knochenkohle hat in den letzten Jahren durch Eisfeldt Verbreitung gefunden, welcher besondere Apparate konstruirte, um diese Arbeit mit Sorgfalt auszuführen. Er wandte dazu das schon früher zur Wäsche benutzte ammoniakhaltige Brüdenwasser an (von dem in der Folge noch eingehender die Rede sein wird), welches einerseits überhaupt als reines Wasser in hohem Grade lösend wirkt, anderentheils aber auch die organischen Stoffe in höherem Grade entfernt als reines Wasser.

Der Eisfeldt'sche Apparat zum Auskochen mit Brüdenwasser besteht in drei eisernen, mit den nöthigen Leitungen von Hähnen versehenen Zilindern,

welche abwechselnd und unter Wiederbenutzung der entweichenden Dämpfe — oder auch ohne eine solche — thätig sind. Die Bedienung derselben erfordert drei Mann, welche die Füllung und Entleerung der Gefäße, sowie das Kochen und Dämpfen besorgen. Dazu gehört eine besondere Brüdenpumpe, welche das Brüdenwasser aus den Saftverdampfapparaten nach dem Boden über dem Kochlokale zu pumpen hat. Wesentlich für den Erfolg der Arbeit ist,

daß die Knochenkohle von den Gährungsprodukten möglichst gereinigt mit dem Brüdenwasser in Berührung komme;

daß während des Kochens fortwährender Ersatz des gebrauchten Brüdenwassers stattfinde, und

daß nach Gebrauch des Brüdenwassers jede Berührung mit Fluß- oder Quellwasser vermieden wird.

Das Waschen geschieht also nicht nach dem Auskochen, sondern zur Entfernung der Gährprodukte, vor demselben, und ist die Kohle nur noch zu dämpfen und zu glühen. Es sei dennoch gestattet, im Anschluß an das vorher schon besprochene Auskochen an dieser Stelle noch Einiges über diese Arbeit anzuführen.

Jedes einzelne der drei Gefäße hat, wie bei den Filtern, einen siebartig durchlöcherten Boden, aus drei Theilen bestehend, und zwar sind die Oeffnungen von der Mitte nach dem Umkreis hin größer, von einem Minimum von $^1/_4$ bis $^5/_4$ Zoll; dies um eine gleichmäßigere Durchströmung zu bewerkstelligen. Zwei solche Siebe passen genau übereinander und haben noch als Zwischenlage ein feines Drahtnetz. Hierauf füllt man durch das Mannloch den ersten Körper (von rechts) bis 3 Zoll unter dem Ueberlaufventile, bei geschlossenem Mannloche und geöffnetem Abschlußventile, wodurch das von der Wäsche noch anhängende Wasser freiwillig in den Kanal abläuft. Dann wird das Abschlußventil geschlossen, das Ueberlaufventil und Brüdenwasserventil geöffnet, und aus dem Brüdenbehälter so lange das Wasser zufließen gelassen, bis es das Spodium von unten nach aufwärts durchdrungen hat und bei dem Ueberlaufventil heiß überläuft. Darauf schließt man das Brüdenwasserventil und bringt die Füllung durch Oeffnen des Dampfventiles bei aufgesetztem Brüdenfange zum Kochen. Ist die Masse im Kochen begriffen, so öffnet man wieder die Ventile, und es wird das Sieden sowie der Zulauf des Brüdenwassers durch eine volle Stunde fortgesetzt. Dann wird der Dampf und das Brüdenwasser abgestellt, das Abflußventil geöffnet und nach Ablauf des Wassers wieder geschlossen.

Nun kommt der zweite Körper in Betrieb, doch mit dem Unterschiede, daß nach der Füllung das obere Mannloch geschlossen und das Uebersteigventil geöffnet wird, so daß die beim Kochen im zweiten Körper sich entwickelnden Dämpfe zum Dämpfen des ersten Körpers benutzt werden können. Nachdem wieder eine Stunde im zweiten Apparat gekocht, und im ersten gedämpft wurde, wiederholt sich die Manipulation mit dem dritten und zweiten Körper, selbstverständlich bei letzterem mit aufgesetztem Brüdenfang, während der erste oben geschlossen und bei geöffnetem Ablaßventil durch das Dampfventil abgedämpft und beim unteren Mannloch entleert wird.

Es ist noch zu erwähnen, daß der Behälter für das Brüdenwasser 6 Meter über den Apparaten stehen muß, um der in denselben herrschenden Spannung

einen gewissen Gegendruck zu bieten. Durch das Ausflußrohr wird oft, besonders wenn die Wallung, die man durch das Schauloch beobachten kann, bedeutender ist, Spodium mitgerissen; dieses wird im Spodiumfänger angesammelt, der hinter den Apparaten steht. Es ist dies ein breites Rohr, das auf beiden Seiten durch ein Mannloch verschließbar ist, und in welches die Abflußröhren der drei Gefäße münden. Das mitgerissene Spodium setzt sich unten an, während das Wasser durch das aufwärtsgebogene, aber unter die Wasserfläche reichende Rohr in den Kanal abfließt.

Beide Arbeiten, nämlich das Kochen und Dämpfen, geschehen gleichzeitig, so zwar, daß ähnlich dem Robert'schen Apparate, die in dem einen Körper beim Kochen sich entwickelnden Dämpfe zum Dämpfen des bereits vorgekochten Körpers benutzt werden. Es sind daher immer zwei Apparate in Thätigkeit, während der dritte entleert oder gefüllt wird.

Waschen der Kohle. Dasselbe geschieht, wie angegeben, bei der gewöhnlichen Arbeitsweise nach der Gährung, oder dem danach ausgeführten Auskochen mit Natron oder reinem Wasser, bei Anwendung des Eisfeldt'schen Verfahrens, vor diesem.

Anfangs wurde das Waschen durch Handarbeit bewirkt, und es geschieht dies noch da, wo örtliche Verhältnisse, Kleinheit des Betriebes oder besondere Ansichten eine Maschine noch nicht an Stelle der jedenfalls kostspieligeren und gewiß nicht immer zuverlässigeren Handwäsche setzen ließen.

Zur letzteren benutzt man einen langen offenen Kasten, der durch niedrige Zwischenleisten in eine Anzahl Fächer abgetheilt ist. Die Kohle wird an dem einen Ende eingeworfen, Wasser fließt am anderen zu, und die Kohle wird dem Strom entgegen von einem Fache zum anderen geschaufelt. Das unreine Wasser fließt an der Seite ab, wo die zu waschende Kohle hinzukommt. Ob die Kohle bei der Handwäsche oder in einer der gleich zu beschreibenden Waschmaschinen weniger Abnutzung erleide, darüber sind die Ansichten getheilt, auch hängt dies wohl hauptsächlich von der Ausführung der Arbeit ab. Jedenfalls ist die Maschinenwäsche die billigere und die von strenger Beaufsichtigung unabhängigere.

Die Fig. 85 stellt die Hoffmann'sche Waschmaschine mit theilweise geöffneter Wandung dar. Sie besteht aus einer, etwa 3 Meter langen und 1 Meter im Durchmesser haltenden hölzernen, an beiden Enden offenen Trommel; dieselbe liegt etwas geneigt und dreht sich langsam um ihre Axe. Zu diesem Zwecke liegt sie mittelst zweier eisernen Reifen *dd* auf je zwei Friktionswellen *ee*; die Bewegung erhält die Trommel durch das Getriebe *g*, den Zahnkranz *h* und die Riemenscheibe *f*. Die innere Wand der Trommel ist mit spiralförmig angeordneten hölzernen Schöpfleisten *bb* besetzt; die Kohle wird durch den Trichter *a* eingeworfen, während das Wasser am entgegengesetzten Ende einfließt. Durch die Schöpfleisten wird die Kohle bei jeder Umdrehung emporgehoben und fällt dann wieder herab, indem sie zugleich in Folge der Stellung der Leisten und der Neigung der Trommel dem durchfließenden Wasser entgegen weiter fortschreitet. Von den letzten Schöpfleisten fällt sie endlich auf die in die Trommel hineinragende schiefe Ebene *c*, auf welcher sie aus der Wäsche befördert wird. Das

schmutzige Wasser fließt an dem Ende der Wäsche ab, wo die Kohle eingeworfen wird.

Die Klusemann'sche Wäsche, welche wohl von allen die größte Verbreitung hat, ist in Fig. 86 (a. f. S.) im Durchschnitt dargestellt, sie besteht aus einem eisernen, durch niedrige Zwischenwände in die Abtheilungen *d* ... *d* getheilten Troge, welcher geneigt aufgestellt ist, bei *a* mit Kohle und bei *f* mit Wasser beschickt wird. Meist ist bei *a* eine Walze oder sonst ein Zubringer vorhanden, um die Kohle langsam und gleichmäßig in die Wäsche gelangen zu lassen. Aus jeder Abtheilung wird die Kohle durch die sich drehenden Schaufeln *b*, *b*, *b* in die folgende und endlich bei *e* aus der Wäsche befördert, und zwar in dem durchfließenden Wasser entgegengesetzter Richtung. Die Axen der an ihrem Ende fingerförmigen Schaufeln *b* erhalten ihre Bewegung durch eine Welle mit konischen Rädchen, die durch *h* in Betrieb gesetzt wird.

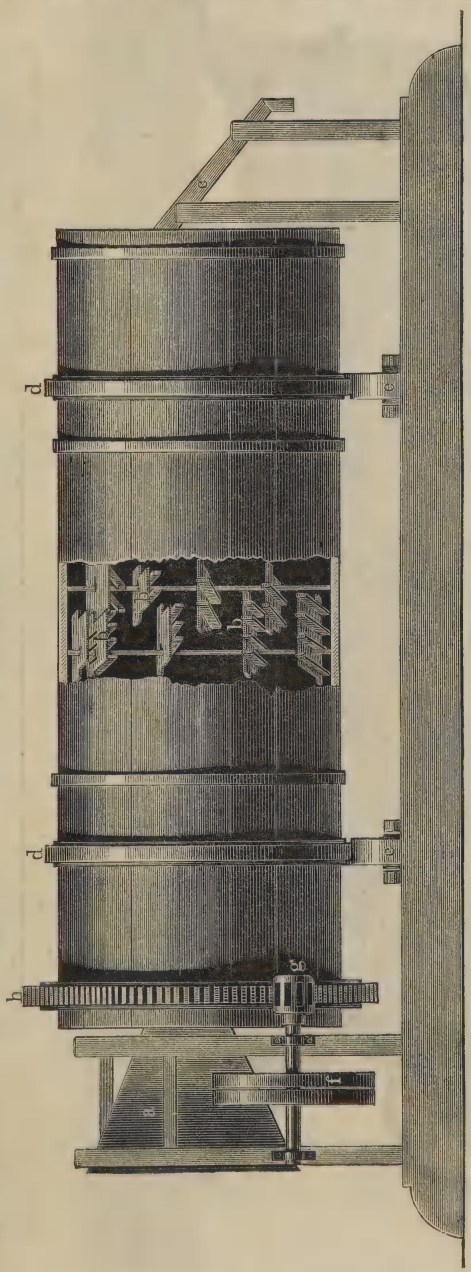


Fig. 85.

In dieser Wäsche wird das Prinzip der Trennung der Kohle und ihrer Waschung in mehre Theile vollständig durchgeführt, in jeder Abtheilung wird sie mit immer reinerem Wasser gewaschen, und so der Erfolg gesichert, da irgend eine Vermischung verschieden reiner Kohlen nicht stattfinden kann. Die Schaufeln ahmen die Handwäsche nach und bewirken in Folge der Nachgiebigkeit der vom Wasser bedeckten Kohle nur

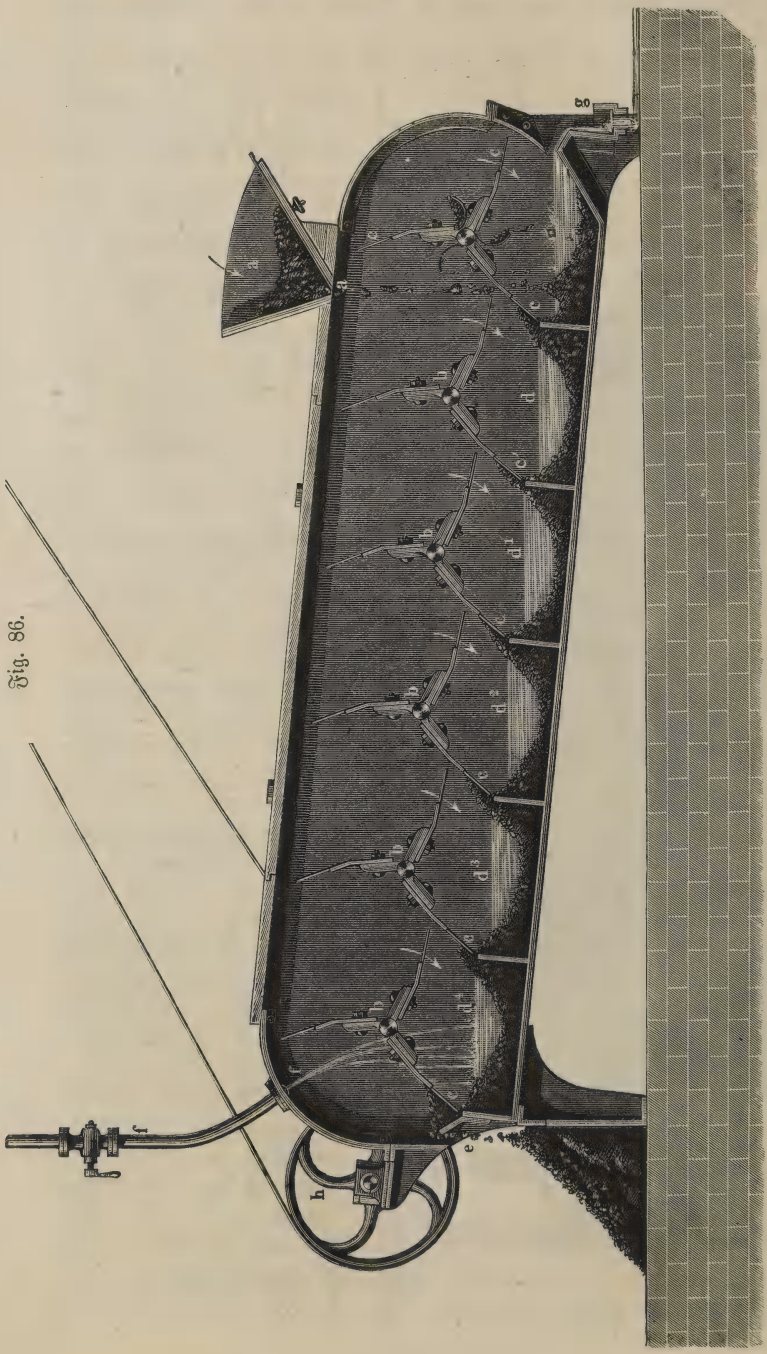

a
b
c
d
e
f
g
h
Zoll 12 6 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Fuss rheinl.
Decim. 10 5 0 1 2 3 Meter.

Fig. 86.

wenig Abnutzung. Der Raum in den Kanten der Abtheilungen, welcher von den Schaufeln nicht erreicht wird, nimmt fremde schwere Körper, wie Nägel u. s. w., die in der Kohle stets vorhanden sind, auf; die Abtheilungen müssen daher zuweilen ausgeleert werden. Ein besonderer Vorzug dieser Wäsche besteht darin, daß man durch Oeffnen des Deckels den ganzen Vorgang in der Wäsche übersehen und etwaige Fehler leicht erkennen kann, während man bei geschlossenen Trommeln eine direkte Ueberzeugung von der regelmäßigen Arbeit und dem wiederholten Durchgang durch das Wasser nicht zu erlangen vermag.

Für alle Wäschen gilt die Regel, daß der Erfolg um so sicherer ist, je reichlicher, je heißer und je reiner das Wasser ist. Das reinste Wasser der Zuckerfabriken, das durch Kondensation des Heizdampfes (ohne Einspritzen) erhaltene, wird in der Regel zum Speisen der Kessel benutzt und auch das Brüdenwasser (kondensirter reiner Saftdampf) wird vielfach hierzu gebraucht. Wo dies nicht der Fall, sollte man dasselbe unbedingt zum Kohlenwaschen anwenden, wozu es auch die erforderliche Temperatur besitzt. Wenn aber die verfügbare Menge nicht dazu hinreicht, so ist ein zweites Auswaschen der mit anderem Wasser gewaschenen Kohle, wenn auch nur durch Auflaufenlassen in irgend einem Zwischengefäß, hinter der Wäsche oder in sonst einer passenden Weise zu empfehlen, um das in der Kohle verbliebene unreinere Waschwasser daraus zu verdrängen. Besser wird der Zweck erfüllt, wenn man in einem solchen einfachen Gefäße die Kohle mit dem reinen Wasser auskocht.

Hierzu dient ferner das Dämpfen der Kohle, wodurch der größte Theil des Wassers beseitigt wird, ohne, wie beim direkten Trocknen, einen Rückstand darin zu hinterlassen. Das Dämpfen geschieht in eisernen, mit zwei Mannlöchern, Dampfleitung und Lufthahn versehenen Zilindern, nach Art der Kohlenfilter, nur von geringerer Größe. Nachdem der Zilinder gefüllt und geschlossen ist, läßt man den Dampf oben eintreten; derselbe verdrängt das Wasser, welches unten frei abfließt. Wenn kein Wasser mehr, sondern Dampf austritt, ist die Arbeit beendet; man wird das abfließende Wasser meist etwas weißlich finden, jedenfalls werden noch Unreinigkeiten entfernt und das nachfolgende Trocknen und Glühen, so wie auch der Transport der Kohle erleichtert.

Die Menge des bei der Wäsche anzuwendenden Wassers ist meist durch die Einrichtung der Wäsche selbst bedingt; man läßt so viel Wasser zulaufen, als die Wäsche abzuleiten vermag. Zu viel kann nicht schaden. Das abfließende Wasser führt in jedem Falle Kohle mit fort, weßhalb man es erst durch ein Sieb, dann durch einen oder mehre Absatzbehälter gehen läßt. Die hier abgesetzte Kohle wird von Zeit zu Zeit entleert, getrocknet und gesiebt. Die gröberen Theile kommen in die Fabrik zurück, die feineren dienen zur Darstellung von Superphosphat. Das Abflußwasser kann gemeinschaftlich mit dem Säurewasser der Gährgruben zur Wiesenbewässerung benutzt und so gleichzeitig gereinigt werden.

Glühen. Um die gewaschene und gedämpfte Kohle vollends zu trocknen und solche organische, namentlich Farbstoffe zu zerstören, welche den bisherigen Einwirkungen widerstanden haben, wird sie schließlich bei Abschluß der Luft geglüht.

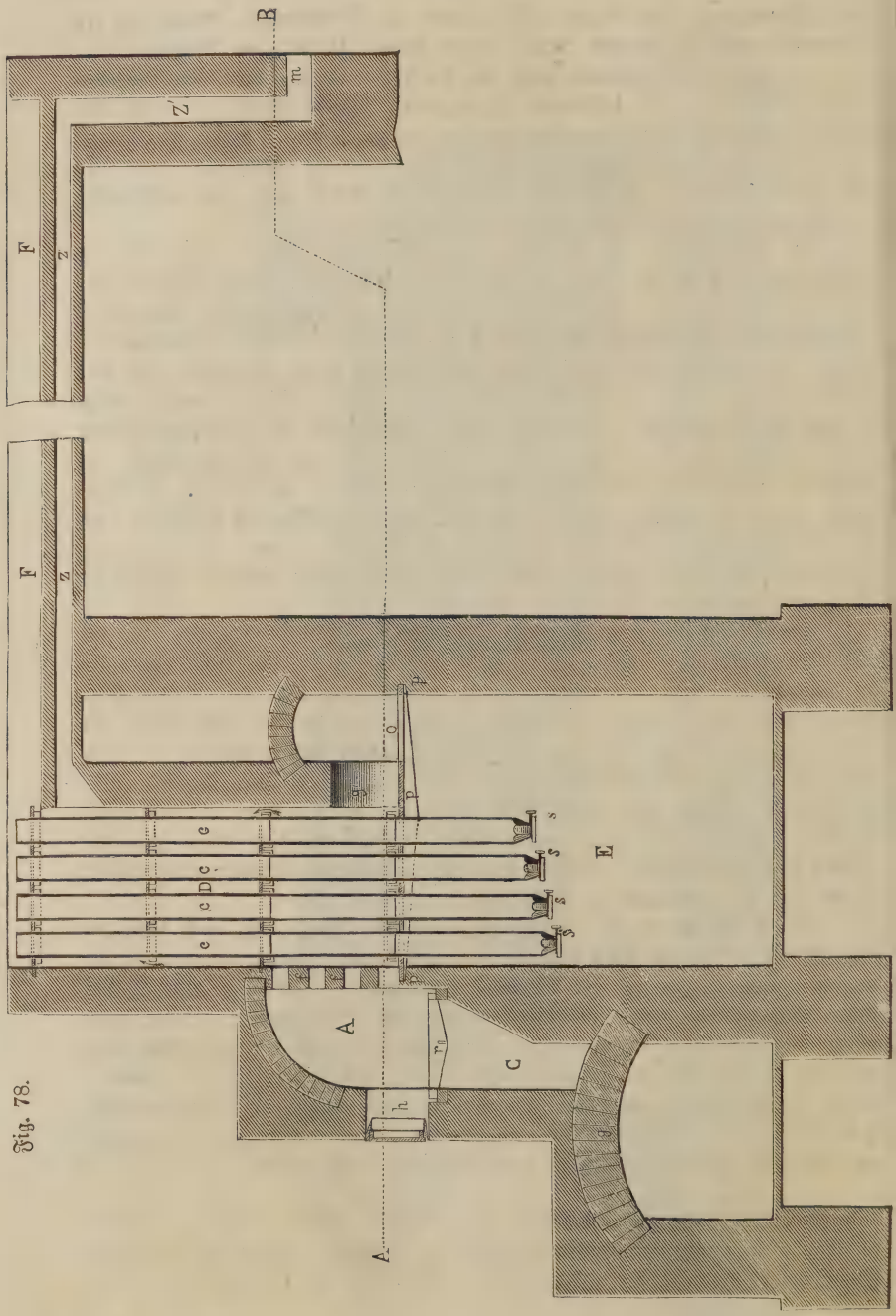


Fig. 78.

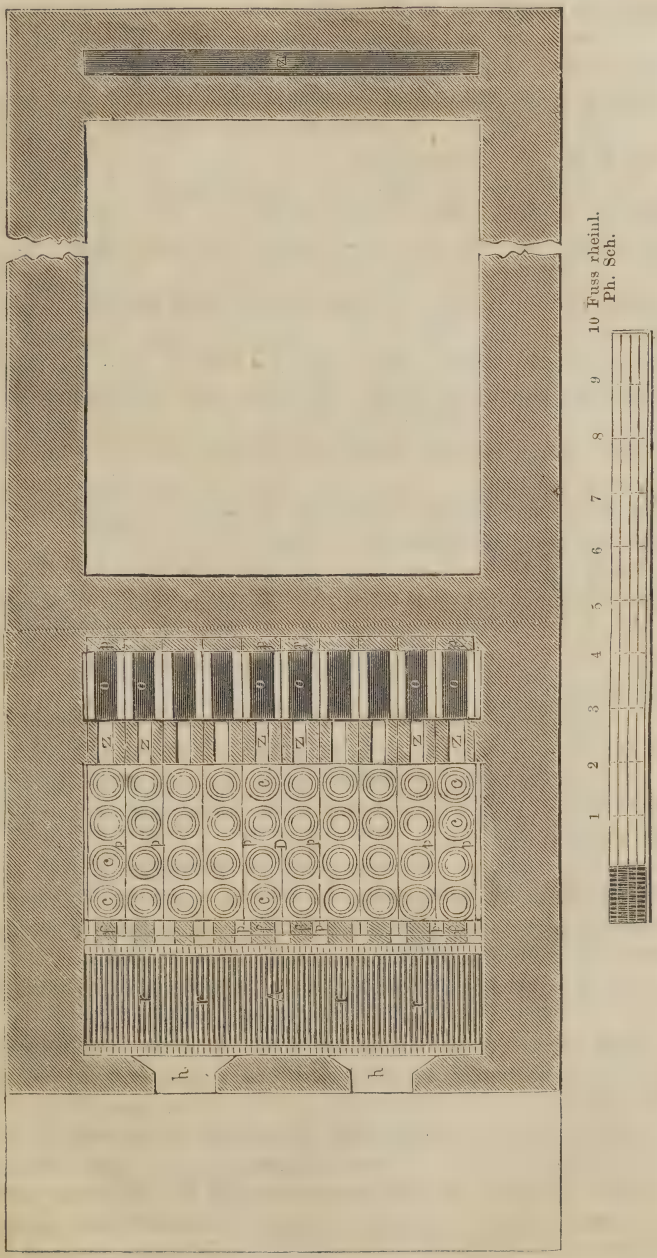


Fig. 88.

Das Glühen wird in den Wiederbelebungsöfen ausgeführt, welche in verschiedener Einrichtung im Gebrauch sind.

Der wenigstens in deutschen Fabriken verbreitetste Ofen ist der in mehrfacher Weise verbesserte Schatten'sche, den die Figuren 87 und 88 (a. S. 184 u. 185) im senkrechten und wagerechten Durchschnitt (nach der Linie AB) darstellen.

A ist der sich über die Breite des Ofens erstreckende Feuerraum mit den Thüren h und dem Aschenraum C.

Der Glühraum D enthält eine gewisse Anzahl (40 bis 60) gußeiserne Röhren cc in mehren Reihen und getragen von den gußeisernen Platten pp. Dieser Raum ist vom Feuerraum durch eine durchbrochene Mauer ff getrennt, deren Oeffnungen den Zwischenräumen der Röhren gegenüber liegen; die durch dieselben zwischen die Glühröhren tretenden Feuergase folgen der Richtung der Pfeile, indem sie durch eingelegte Gußplatten zu einem gewundenen Wege gezwungen werden, erhitzen also die Röhren unten am stärksten, oben schwächer und ziehen dann durch zzZ' und m nach dem Schornstein, indem sie die auf der Darre F befindliche Knochenkohle erhitzen und vortrocknen.

Diese Zwischenplatten werden vielfach weggelassen und fehlen in den weiter unten zu beschreibenden Langen'schen Oefen immer. Man bewirkt die gleichmäßige Erhitzung des Glühraumes durch Mäßigung des Zuges und erreicht eine leichtere Reinigung des Ofens von Flugasche u. s. w.

An ihrem oberen Theile haben die Röhren Muffen, mit denen sie in der oberen Gußplatte hängen; die durch die vorstehenden Muffen entstehende Ungleichheit wird durch eine Lage passender Steine oder auf eine sonstige Weise ausgeglichen und so eine Ebene hergestellt, welche durch die Mündungen der Röhren unterbrochen ist.

E ist der Raum zum Entleeren der Röhren von der hinreichend durchgeglühten Kohle; die Röhren treten in diesen Raum zum vierten Theil ihrer Länge und sind bei ss durch Schieber geschlossen. Besser wird der untere Theil der Röhren, die Kühlröhren, von Eisenblech angefertigt, welches eine raschere Abkühlung der Kohle gestattet.

Die Verbindung der Kühlröhren mit den Glühröhren ist keine unmittelbare, da Spielraum für die Ausdehnung der letzteren vorhanden sein muß. Es ragt vielmehr das untere Ende der Glühröhren in die an die untere Platte angegossenen Muffen, an welche die Kühlröhren nur fest angesteckt werden. Etwas Kitt bewirkt hier die Dichtung, während die Enden der Glühröhren in den Muffen durch den sich dort festsetzenden Staub schnell gedichtet werden.

Auch richtet man zweckmäßig den Raum E so ein, daß darin ein rascher Luftwechsel stattfindet, und die durch die Schieber entleerte Kohle nur an der Luft etwas ausgebreitet zu werden braucht, um bald wieder zum Gebrauche bereit zu sein. Ist die entleerte Kohle zu heiß, so entzündet sie sich leicht an der Luft und verliert durch Verbrennen den Kohlenstoff ganz oder zum Theil. Wo daher keine hinreichende Abkühlung der Kohle stattfindet, muß dieselbe in dicht verschließbare, große, blecherne Büchsen, sogenannte Dämpfer, abgelassen und vor der Verwendung erst in diesen vollständig gekühlt werden. Die Dämpfer dienen dann zugleich zum Fortschaffen der Kohle nach den Filtern.

Man kann den Raum *E* und die Feuerung auch so einrichten, daß die Luft durch denselben unter den Rost tritt und so eine noch raschere Abkühlung bewirkt, mit welcher die Leistungsfähigkeit des Ofens steigt, da man in Ermangelung von Dämpfern nur völlig abgekühlte Kohle entleeren darf.

Die Kohle kommt von den eisernen Behältern, in welchen sie der Wirkung des Dampfes ausgesetzt worden, mittelst eines Aufzuges oder Schöpfwerkes auf die Darre, wird hier an der kühleren Stelle ausgebreitet und allmälig nach den Röhren befördert. Sie muß vollkommen trocken sein, ehe sie in diese geschoben wird. Mittelst der Schieber *ss* werden bestimmte Mengen, die jedesmal mit einem Meßgefäß abzumessen sind, ausgeleert und wie oben gesagt bei Seite gebracht; eine entsprechende Menge rutscht in der Röhre nach. Bestimmt wird dieselbe wesentlich durch die in den Kühlröhren bei regelmäßigem Glühen zur Abkühlung gelangende Kohlenmenge.

Ein Ofen, bei welchem die regelmäßige Entleerung der Röhren nicht, wie bei dem eben beschriebenen, von den Arbeitern abhängt, ist der Langen'sche.

Die Einrichtung desselben ist in den Figuren 89 und 90 (a. f. S.) dargestellt.

Fig. 89 ist ein Längen- und Fig. 90 ein Querschnitt durch die unteren Enden der 18 zu einem Ofen gehörenden Kühlröhren *B*. (Neuerdings werden die Oefen meist zu 25 Röhren eingerichtet.) Diese sind von rechteckigem Querschnitt und mit dem unteren Ende der Glühröhren mittelst gußeiserner Muffen verbunden; sie ruhen auf der gußeisernen, am Ofengemäuer befestigten Platte *C* auf, welche hierzu auf ihrer oberen Fläche mit angegossenen Leisten versehen ist, zwischen denen die einzelnen Kühlröhren eingepaßt sind. Für jede Kühlröhre hat die Platte *C* eine dem Querschnitte jener entsprechende Durchbrechung *D*.

Auf der unteren Fläche hat die Platte *C* ihrer Längenrichtung nach 8 angegossene Rippen *d*, wodurch 7 nach unten offene Kanäle entstehen. Diese sind noch durch die Querrippen *c*, welche sich an die Oeffnungen *D* anschließen, in einzelne Abtheilungen *E* geschieden, von denen jede durch eine der Oeffnungen *D* mit einer der Kühlröhren in Verbindung steht.

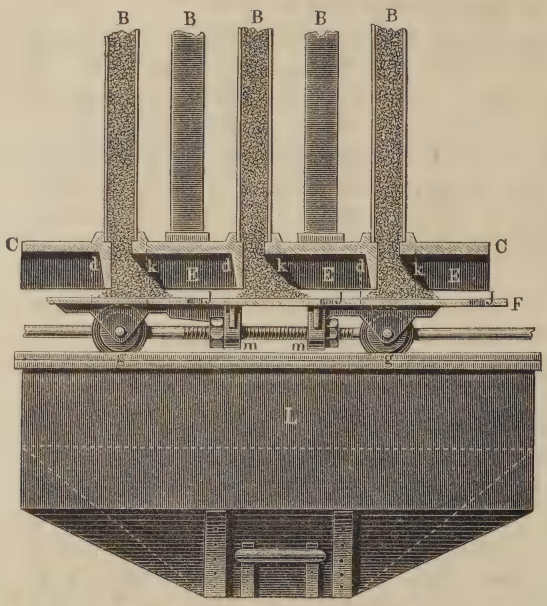
In einem Abstande von etwa 5 bis 10 Mm. unter den Rippen *c* und *d* der Platte *C* ist eine gußeiserne Platte *F* angebracht. Dieselbe ruht auf vier Rollen *g*, welche auf Zapfen stecken, die von an der Platte *C* angeschraubten Haltern *H* getragen werden. Auf diese Weise kann die Platte *F* in ihrer Längenrichtung unter der Platte *C* um einen gewissen Weg hin- und hergeschoben werden.

Die Platte *F* hat 18 sie durchbrechende Oeffnungen *J*, von denen sich je eine unterhalb einer der Abtheilungen *E* befindet, welche von den Rippen *c* und *d* gebildet werden.

Die Wirkungsweise der beschriebenen Theile ist nun folgende: Wenn die Kühlröhren mit ausgekühlter Kohle gefüllt sind, so sinkt dieselbe durch die Oeffnungen *D* der Platte *C* hindurch und lagert sich auf der Platte *F* auf, indem sie die Abtheilungen oder Kammern *E* zum Theil anfüllt, wie dies deutlich aus Fig. 89 zu ersehen ist. Wird jetzt die Platte *F* um einen kleinen Weg von links nach rechts fortbewegt, so nimmt das in jeder Kammer *E* auf ihr liegende Kohlen-

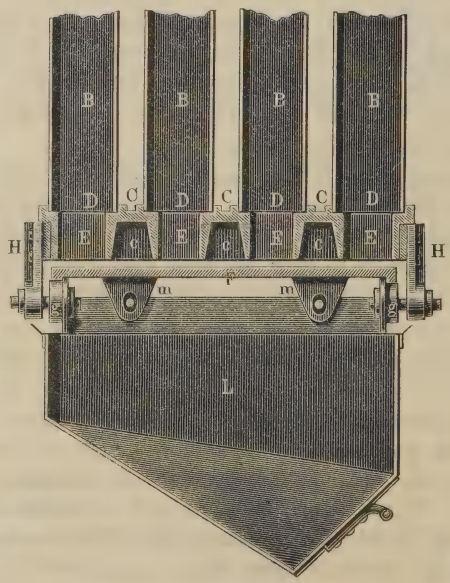
quantum an dieser Bewegung nicht nur Theil, sondern es wird während derselben noch neue Kohle aus den Kühlröhren auf die Platte *F* nachschieben. Wird darauf aber die Platte *F* um die eben vorwärts gemachte Strecke wieder zurückbewegt, so verhindern die Querrippen *d*, daß an dieser Rückwärtsbewegung das auf *F* ruhende Kohlenquantum Theil nehmen kann.

Fig. 89.



Bei jeder Vorwärtsbewegung von *F* wird die in den Kammern *E* befindliche Kohle um eine bestimmte Menge vermehrt, welche von der Größe des Querschnitts der Kammern *E* und des Weges der Platte *F* abhängt. In Folge hiervon rücken die unteren Theile der Kohlenböschung *k* allmälig und so lange vor, bis ihnen zuletzt bei der Rückwärtsbewegung (von rechts nach links, Fig. 89) der Platte *F* die in dieser angebrachten Oeffnungen *J* begegnen, durch welche dann eine bestimmte Kohlenmenge hindurch fällt, und von einem vor jedem Ofen angebrachten Sammelbehälter *L* aufgefangen wird.

Fig. 90.



Hat auf die beschriebene Weise der Ausfluß der Kohle aus den Kühlröhren einmal begonnen, so wird bei jeder Hin- und Herbewegung der Platte *F* eine bestimmte Menge Kohle entleert.

Es bleibt nun noch zu zeigen, wodurch das regelmäßige Hin- und Her-

bewegen der Platte *F* bewirkt wird. Zunächst sind die Platten *F* der sämmtlichen Oefen einer Reihe durch Zugstangen, welche an Rippen, die an die Platten angegossen sind, angreifen, untereinander verbunden. Es braucht also nur das eine Ende dieser Zugstangen bewegt zu werden, damit die sämmtlichen Entleerungsapparate in gewünschter Weise wirksam werden.

Als Motor für die Bewegung der Zugstangen kann eine kleine Wassersäulenmaschine oder auch eine Dampfmaschine benutzt werden, wenn dieselbe eine derartige Uebertragung besitzt, daß die erforderliche sehr langsame Hin- und Herbewegung erzielt wird.

Da die Kohle jedesmal nur in geringer Menge ausläuft, so folgt, daß die Bewegung in den Glührohren eine so zu sagen ununterbrochene ist; die Geschwindigkeit derselben, mithin die gelieferte Kohlenmenge überhaupt, hängt von der Geschwindigkeit der Plattenbewegung ab, die man in gewissen Grenzen abändern kann.

Man nimmt diese Geschwindigkeit so, daß die Kohle nicht zu heiß aus den Röhren fällt und rechnet dann 3 bis 4 Kubikmeter Kohle in 24 Stunden auf einen Ofen mit 25 Röhren.

Sechstes Kapitel.

Untersuchungen.

1) Untersuchung der Säfte und Süßwasser.

Bestimmung des Zuckers. Was früher im ersten, zweiten und dritten Kapitel über die Bestimmung des Zuckers, des spezifischen Gewichtes und der Reinheit des Rübensaftes gesagt worden ist, hat für die Fabriksäfte mit denjenigen Abänderungen Gültigkeit, welche durch die Gegenwart des Kalkes nothwendig werden.

Daß die heißen Säfte außerdem vor jeder Bestimmung auf die Normaltemperatur gebracht werden müssen, ist wohl selbstverständlich.

Die Alkalität der Säfte, mag sie nun von Kalk oder von Alkalien herrühren, beeinflußt die Zuckerbestimmung durch Polarisation, indem sie dieselbe erniedrigt; es muß also die Alkalität jedes Mal durch Zusatz von Essigsäure aufgehoben werden, welcher dann je nach dem angewandten Volumen eine Korrektion bedingt.

Für genaue Spindelung ist eine Neutralisation des Kalkgehaltes ebenfalls nöthig, da der freie Kalk, weil er von der Knochenkohle absorbirt wird, und auch sonst nicht als melassebildend betrachtet werden darf, von den übrigen, das Aräometer beeinflussenden Stoffen zu unterscheiden ist. Geringe Kalkmengen erhöhen aber das spezifische Gewicht sehr merklich.

Um in dieser Beziehung den Kalk unschädlich zu machen, muß derselbe durch Kohlensäure gefällt werden; man benutzt dazu das Saturationsgas, welches man durch ein enges Röhrchen längere Zeit durch den Saft streichen läßt. Die Flüssigkeit ist dann zum Sieden zu erhitzen, auf das ursprüngliche Volumen zu bringen, zu filtriren, und nach der Abkühlung zur Normaltemperatur mit der Spindel zu prüfen. Erst nach dieser Entfernung des Kalkes ist die scheinbare, wie auch die wirkliche Reinheit des Saftes festzustellen.

Dicksaft kann man in derselben Weise untersuchen wie Dünnsaft, nur muß man ihn vorher auf mindestens 20 Proz., besser noch auf 10 Proz., oder die Kon-

zentration des Dünnsaftes bringen. Bestimmt man genau seine wirkliche Reinheit, so geschieht dies nach der bei der Untersuchung der Zucker u. s. w. im nächsten Buche zu beschreibenden Methode.

Bei allen Untersuchungen, bei welchen der Dicksaft als solcher nicht gewogen, sondern gemessen wird, muß zur genaueren Berechnung dessen spezifisches Gewicht berücksichtigt werden, wozu die im ersten Buche mitgetheilte Tabelle I anzuwenden ist. Eine genaue Feststellung der Prozente Ball. genügt, um das wirkliche Gewicht von z. B. 100 Kubikzentimeter Saft zu finden.

Unter Anwendung der Vorsichtsmaßregeln genügt für die gewöhnlichen Betriebsuntersuchungen, welche nur Vergleiche aufstellen sollen, die Ermittelung der scheinbaren Reinheit der Säfte; für genauere Untersuchungen, Ausbeute- und Wirkungsbestimmungen hat aber nur die Ermittelung der wirklichen Reinheit Werth.

Zur endgültigen Feststellung der Ausbeute und mithin der während der Fabrikation erlittenen Verluste, sowie auch der Gesammtwirkung der angewandten Reinigungsverfahren eignet sich die Füllmasse weit mehr, als der Dicksaft: auf diese Untersuchungen werden wir später zurückkommen; nur in solchen Fällen, wo die Füllmasse nicht aus reinem Dicksaft, sondern unter Zusatz von Zucker erhalten wird, ist der Dicksaft vorzuziehen und in diesem Falle für genaue Messung von dessen Volumen, sowie dessen spezifischem Gewicht und für richtige Durchschnittsmuster zu sorgen.

Der Dicksaft ist das geeignetste Fabrikprodukt, um das Vorhandensein von verändertem Zucker festzustellen (S. 30); ich mache nochmals darauf aufmerksam, daß man denselben nur allmälig zu der blauen Flüssigkeit zusetzen und nicht zu lange kochen soll. Alle Rechnungen werden am zweckmäßigsten auf gleiche Menge — 100 Theile — Zucker, nur die eigentliche Reinheit wird, wie immer, auf 100 Theile Trockensubstanz bezogen.

Kalkbestimmung. Obwohl die Alkalität der Säfte meist nur theilweise von Kalk, in manchen Fällen sogar allein von Alkalien herrührt, so pflegt man dieselbe doch, theils der Kürze wegen, theils weil die Bestimmung des Kalkes nicht leicht auszuführen und daher Kalkgehalt und Alkalität kaum zu trennen ist, als Kalkgehalt auszudrücken und sogar als Kalk zu berechnen. Die Bestimmung wird stets durch Titriren oder alkalimetrisch, d. h. so ausgeführt, daß die Menge Säure gemessen wird, welche zur Neutralisation einer bestimmten Menge erforderlich ist.

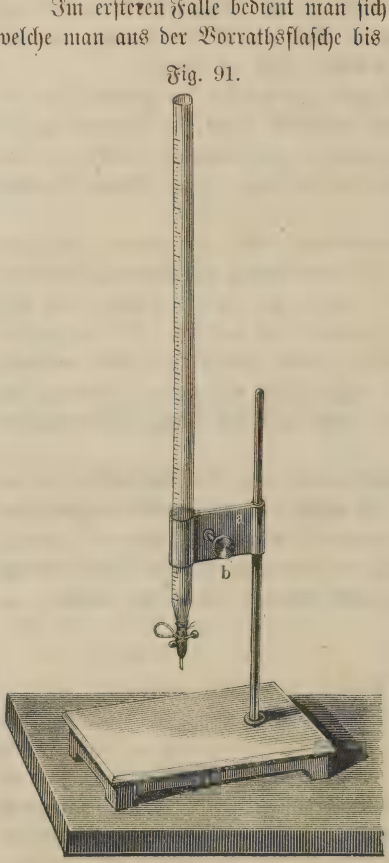
Man mißt nämlich von dem zu prüfenden heißen Safte eine bestimmte Menge ab, setzt etwas Lackmuslösung hinzu, welche in Folge der Alkalität des Saftes diesen blau färbt, und fügt dann aus einer passend eingetheilten Glasröhre soviel von einer Säure von genau feststehendem Gehalte zu, bis die blaue Farbe eben in eine deutlich rothe übergeht, woran man erkennt, daß die Alkalien verschwunden und statt derselben etwas freie Säure vorhanden ist. Die verbrauchte Menge Säure ist das Maß für die Höhe der vorhanden gewesenen Alkalität. Man wendet als Säure die Normalsalpetersäure an, welche so hergestellt ist, daß der Verbrauch von 1 Kubikzentimeter derselben genau 0,028 Gramm Kalk anzeigt,

und bringt sie in solcher Weise zum Safte, daß man den Verbrauch noch bis zu einem Zehntel Kubikzentimeter abmessen kann.

Man kann hierbei auf zweierlei Weise verfahren, je nachdem man die Alkalitätsbestimmungen regelmäßig und häufig, also mindestens täglich, oder nur in größeren Zwischenräumen ausführt.

Im ersteren Falle bedient man sich der Meßröhre mit Quetschhahn, Fig. 91, welche man aus der Vorrathsflasche bis zu der oberen Grenze der Theilung, dem Nullpunkt, mit Normalsalpetersäure füllt, und die man während des Nichtgebrauchs mit einem Stopfen verschlossen zu halten, auch an einem kühlen Orte aufzubewahren hat. Man nehme nur solche Meßröhren, welche nicht über 20 Kubikzentimeter bis zur unteren Theilungsgrenze enthalten, und welche so eng sind, daß man an deren Eintheilung die Zehntelkubikzentimeter Flüssigkeit deutlich unterscheiden kann. Den Abfluß in die in einer Schale unter die Spitze gestellte Flüssigkeit bewirkt man durch vorsichtiges Oeffnen des die Röhre verschließenden Quetschhahns. Liest man vor dem Versuche und nach Erreichung des Farbenüberganges den Stand der Säure und der Meßröhre ab, so ergiebt der Unterschied die verbrauchte Säuremenge. War z. B. der Stand vorher bei 3,5 und im Augenblick, wo die rothe Farbe erreicht war, 5,0, so sind 5,0 — 3,5 oder 1,5 Kubikzentimeter Normalsäure verbraucht worden.

Fig. 91.



Im anderen Falle, d. h. also, wenn die Alkalität (der „Kalkgehalt“) nur in weiteren Zeitzwischenräumen bestimmt werden soll, beläßt man die Säure besser in der Flasche und entnimmt nur jedesmal die etwa erforderliche Menge daraus mit einer Pipette.

Eine solche, wie sie hierzu am besten angewendet wird, ist in Fig. 92 in wirklicher Größe dargestellt; man saugt mittelst derselben von der Säure bis zu irgend einem Punkte der Theilung auf, verschließt mit dem Finger und läßt durch sorgsames Lüften desselben (s. Fig. 93) die Säure tropfenweise ausfließen, indem man vor und nach der Reaktion den Stand in der Pipette bemerkt. Der Rückhalt in dieser kann in die Flasche zurückgegeben werden, welche sonst gut geschlossen zu halten ist. Die Pipette wird mit reinem Wasser ausgespült und so aufgestellt, daß sie beim nächsten Versuch trocken ist. Im anderen Falle

Fig. 92.

ist sie erst mit etwas Säure auszuspülen und diese Spülsäure zu verwerfen (s. S. 29).

Eine sehr bequeme und empfehlenswerthe Einrichtung zu diesen Säuretitrirungen zeigt Fig. 94 (a. f. S.) in halber natürlicher Größe.

Die Säure ist in einer hohen und verhältnißmäßig schmalen Flasche mit Kappenverschluß enthalten (ähnlich den kleineren Flaschen, von denen S. 31 die Rede war) und es steht darin eine in ihrer Länge passende Pipette, welche etwa von 0 bis 5 Kbzm. (in Zehntel) getheilt ist. Man öffnet die Kappe, verschließt die Pipette mit dem Finger, nimmt sie heraus, läßt das außen Haftende abfließen und titrirt, wie unten beschrieben. Die Flasche ist wenigstens so voll zu halten, daß hinreichend Säure für eine Bestimmung in der Pipette enthalten ist.

Fig. 93.

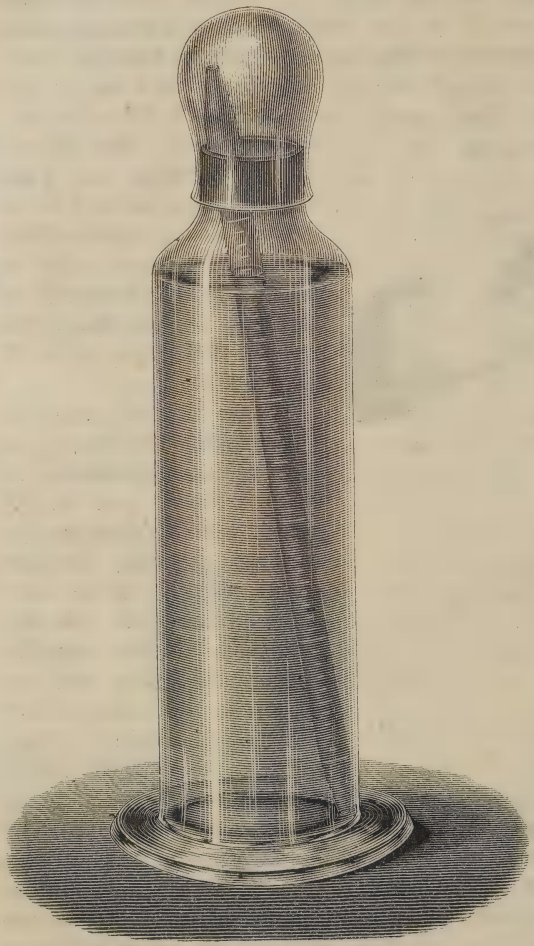
Gegen die Bürette bietet diese Pipettenflasche den Vorzug, daß der stets Unannehmlichkeiten bietende Verschluß jener wegfällt, während man den Pipetten gegenüber das jedesmalige Ausspülen erspart, auch die Säure unverändert erhalten bleibt. Ich kann diese Flasche unbedingt empfehlen.

In allen Fällen mißt man von dem zu untersuchenden Safte (Scheidesaft, saturirtem, Dünn- oder Dicksaft) 50 Kubikzentimeter (mittelst eines zum Abmessen des Rübensaftes dienenden Kölbchens) ab, gießt, noch heiß, in eine flache weiße Porzellanschale, spült das Meßkölbchen mit etwas reinem Wasser nach, fügt bei dunkelen Säften noch etwa das gleiche Maß Wasser zu und färbt dann durch etwas zugesetzte Lackmuslösung [1]) deutlich blau, indem man einen unnöthigen Ueberschuß des letzteren vermeidet. Man rührt mit einem Glasstab um und läßt aus der einen oder anderen eingetheilten Röhre langsam soviel Normalsäure unter fortwährendem Umrühren zufließen, bis die Flüssigkeit eben deutlich roth erscheint und auch nach dem Umrühren bleibt; die verbrauchte Säuremenge wird, um für 100 Kbzm.

[1]) Die Lackmuslösung soll dunkelviolett und so beschaffen (neutral) sein, daß damit gefärbtes reines Wasser auf Zusatz der aller geringsten Menge Säure oder Alkali seine Farbe in deutliches Roth oder Blau verändert. Sie muß in unvollständig verschlossener Flasche aufbewahrt werden.

zu gelten, verdoppelt. Man pflegt die an der verbrauchten Menge Säure erkannte Menge Alkali in verschiedener Weise auszudrücken. Da, wie schon oben S. 191 gesagt, die Alkalität nicht allein von Kalk herrührt, so ist die Bezeichnung als „Kalk“ nicht wörtlich zu nehmen, doch ist sie schon der Einfachheit wegen die allgemein gebräuchliche; man hat darunter „Alkalität, ausgedrückt in Kalk“, zu verstehen.

Fig. 94.



Die Anzahl Kubikzentimeter verbrauchter Normalsalpetersäure, multiplizirt mit 0,028 ($^1/_{1000}$ Aequivalent Kalk), drückt aus, wie viel Gramm „Kalk“ in 100 Kubikzentimeter (nicht in 100 Gramm) des Saftes enthalten sind. Behufs Vergleichbarkeit der verschiedenen Angaben über Alkalität der Säfte empfiehlt sich diese Art der Berechnung, noch mehr aber wohl die bloße Angabe der Kubikzentimeter Normalsäure, welche zur Neutralisation von 100 Kubikzentimeter Saft nöthig sind, wobei dann die weitere Umrechnung auf Kalk, Alkali u. s. w. dahin gestellt bleibt. Man sagt dann z. B., „die Alkalität beträgt zwei Prozent Normalsäure“, und drückt dadurch aus, daß 100 Raumtheile Saft durch 2 Raumtheile Normalsäure neutralisirt werden.

Auf diese Weise wird der Ansicht über Alkali- oder Kalkgehalt nicht vorgegriffen und bei dem feststehenden Gehalt der Normalsäure und der Leichtigkeit dieser Bestimmung die Unklarheit und Unvergleichbarkeit derjenigen Zahlen vermieden, welche auf anderer Basis beruhen.

Jede geregelte Fabrikaufsicht erheischt häufige Kalkbestimmungen, um etwaige

Abweichungen von der als normal erfahrungsmäßig feststehenden Arbeit und namentlich um zu starke oder zu geringe Kalkabsorption durch die Knochenkohle zu erkennen und damit die Säuerung derselben zu vergleichen, oder um die Wirkung der Saturation mäßigen oder verstärken zu können. Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, daß die Entkalkung der Säfte bei der Filtration in Beziehung mit dem Kalkgehalt der Kohle gebracht werden und die Beobachtungen über diese und die Wirkung der Salzsäure ergänzen muß.

Bei der so sehr verschiedenen Arbeitsweise bei Scheidung, Saturation und Filtration, wie auch in Folge der verschiedenen Natur der Säfte in den einzelnen Fabriken können ganz allgemeine Zahlen als Normen für die innezuhaltenden Alkalitäten nicht wohl aufgestellt werden. Um aber durch abgerundete und annähernd richtige Zahlen wenigstens einen Anhaltspunkt zu gewähren, mag angegeben werden, daß bei der älteren Arbeit mit reiner Saftsaturation der Scheidesaft 8 Proz., der saturirte Saft 4 Proz., der filtrirte Dünnsaft 2 Proz. und ebenso der filtrirte Dicksaft (50 Proz. schwer) 2 Proz. Normalsäure zur Neutralisation unter guten Arbeitsverhältnissen erheischen, und daß Säfte, welche sich solchen Zahlen nähern, in dieser Beziehung als normal zu betrachten sind. Bei der Schlammsaturation hat der Saft nach Abscheidung des ersten Scheidesaturationsschlammes, wenn reichhaltige Kohlensäure (16 bis 22 Proz.) benutzt worden, etwa 3 bis 4, nach der zweiten etwa 3, nach der Filtration ebenso wie der Dicksaft 1,5 bis 1,8 Proz. Geringere Abweichungen können und werden stets vorkommen, selbst größere haben, wenn sie vorübergehend auftreten, keine Erheblichkeit, doch kann man vielleicht ziemlich allgemein den Satz aufstellen, daß wenn die Alkalität oder der „Kalkgehalt“ dauernd auf die Hälfte dieser Zahlen sinkt, oder sich dauernd um die Hälfte erhöht zeigt, ein abnormer, Abänderung erheischender Zustand eingetreten ist.

Farbebestimmung. Es ist oft von großem Interesse, die Farbe verschiedener Säfte in derselben oder in verschiedenen Fabriken zu vergleichen. Man bedient sich dazu des Farbenmaßes, von dem S. 202 die Rede sein wird.

Süßwasser. Die Untersuchung der Süßwasser ist vielfach von Wichtigkeit; Demjenigen, was über die Untersuchung der Nachsäfte und sehr verdünnten Zuckerlösungen oben S. 117 ff. gesagt worden, ist an dieser Stelle nichts hinzuzufügen.

Die Untersuchung der Süßwasser reicht indessen nicht aus, um die richtig geschehene Entzuckerung der Kohle zu erkennen; hierzu ist eine Prüfung der abgesüßten Kohle selbst zeitweise vorzunehmen, wie dies S. 197 und 198 angegeben ist.

2) Untersuchung des Schlammes.

Die ausführliche und vollständige Untersuchung des Scheide- und Saturationsschlammes ist eine Aufgabe, welche allein dem Chemiker zufällt und welche nicht häufig und regelmäßig ausgeführt zu werden braucht. Die Beaufsichtigung und Beurtheilung der Fabrikarbeit dagegen verlangt gewisse Einzelbestimmungen,

welche über die Ausführung der Entsaftung des Schlammes, und über die Zuckerverluste in denselben Aufschluß zu geben bestimmt sind.

Diese Bestimmungen sind die annähernden des Wassers und des Kalkes und die genaue des Zuckers. Als ein Verfahren, welches für den beabsichtigten Zweck genügend genaue Resultate giebt und dabei hinreichend einfach und rasch zu beendigen ist, um häufige Ausführung zu gestatten, hat sich bei längerer Praxis und häufiger Anwendung während des Fabrikbetriebes Folgendes herausgestellt, welches zur Untersuchung von allen Arten Gemischen von Wasser, Kalk und Zucker benutzt werden kann. Bei solchen Untersuchungen muß als eine Hauptbedingung die Beendigung der Zuckerbestimmung in der kürzesten Zeit bezeichnet werden, da die Erfahrung lehrt, daß das Ergebniß derselben ungenau wird, wenn der Schlamm auch nur einige Stunden gelegen hat.

Den Wassergehalt bestimmt man durch Austrocknen unter 100° (s. S. 17 u. 120).

Kalk und Zucker erfordern ein immerhin ziemlich umständliches Verfahren: Man wägt 50 Grm. des frischen Schlammes in demjenigen Zustande, den man prüfen will und von einem gut ausgewählten Durchschnittsmuster ab, verreibt sie mit ungefähr dem doppelten oder dreifachen Gewichte heißen Wassers zu einem gleichförmigen Brei und leitet durch diesen einen Strom möglichst reiner Kohlensäure so lange, bis der Niederschlag sich leicht aus dem (schwarz gewordenen) Safte absetzt und die Reaktion nahezu neutral geworden ist. Während des Durchleitens ist wiederholt umzurühren und die Zertheilung gröberer Schlammtheilchen zu bewirken.

Nach beendigter Saturation wird gekocht und nunmehr das Gewicht A dieses Gemisches von Schlamm, Wasser und absorbirter Kohlensäure festgesetzt, filtrirt und in der Flüssigkeit der Zuckergehalt bestimmt, ohne den Rückstand auszuwaschen.

Die Polarisation der ziemlich verdünnten Lösung muß sehr genau geschehen; erst wird mit Bleiessig gefällt, dann der filtrirten Flüssigkeit ein (gemessenes) Volumen Essigsäure zugesetzt, in der 400 oder 600 Mm.-Röhre beobachtet und die Korrektion der beiden Zusätze angebracht. Die Polarisation ist im Uebrigen dieselbe wie für dünne Säfte, eine Berichtigung für das spezifische Gewicht der abgemessenen 100 Kbzm. nicht nöthig, die man vielmehr als 100 Grm. ansehen kann. Erst wenn der Zuckergehalt der Lösung bestimmt ist, wäscht man den Rückstand auf dem Filter und zwar so lange mit heißem Wasser aus, bis die Flüssigkeit ganz farblos abläuft; dann wird der ausgewaschene Rückstand, der nach seinem Hauptbestandtheil als „kohlensaurer Kalk" bezeichnet werden soll, getrocknet und gewogen. Dieses Gewicht sei B; es stellt offenbar den unlöslichen Antheil des Gemisches A dar und man erhält also den flüssigen Antheil desselben, der der Polarisation unterworfen wurde, durch $A - B$. Man findet nun leicht diejenige Zuckermenge, welche aus den 50 Grm. Schlamm in Lösung gegangen ist, durch

$$\frac{A - B}{100} \cdot p,$$

worin p den Prozentgehalt der Flüssigkeit bei der Polarisation darstellt; die so gefundene Zahl mit 2 multiplizirt, ergiebt den Prozentgehalt des Schlammes an Zucker und man erkennt nun, weßhalb der „kohlensaure Kalk" nicht vor der Zucker-

bestimmung ausgewaschen werden darf. Zum Vergleich verschiedener Pressen oder verschiedener Absüßungen u. s. w. bei sonst gleichem Schlamme ist die Berechnung auf gleiche Menge kohlensauren Kalkes sehr zweckmäßig und belehrend. Auch auf 100 Thle. trocknen Schlamm kann der Zuckergehalt bezogen werden, je nachdem man in der einen oder anderen Weise einen Vergleich anstellen will. Für die Verlustberechnung ist natürlich nur der Prozentgehalt des feinem Gewicht nach bekannten frischen Schlammes zu gebrauchen.

Wenn man, um die Rechnung zu vereinfachen, das Aussüßen des Niederschlages erst vornehmen und in der erhaltenen Gesammtflüssigkeit, deren Volumen oder Gewicht dann zu bestimmen wäre, den Zuckergehalt feststellen wollte, so würde man einestheils leicht durch nicht vollständiges Aussüßen, anderentheils durch die Polarisation der dabei entfallenden sehr verdünnten Lösung Fehler begehen und ein ungenaueres Resultat erhalten.

Folgendes Zahlenbeispiel wird die Angaben über dieses Untersuchungsverfahren verdeutlichen: 10 Grm. Schlamm lieferten beim Trocknen 4,23 Grm. Rückstand; demnach Wassergehalt 57,7 Proz.

50 Grm. Schlamm, mit Wasser zerrieben, saturirt und aufgekocht gaben das Gewicht $A = 277{,}5$ Grm. Die filtrirte Auflösung (ohne Auswaschen) ergab in dem 600 Millimeterrohr eine Ablenkung von $13{,}2^0$, entsprechend nach allen Korrektionen $4{,}10^0$ oder 1,07 Proz.

Der Niederschlag wog nach dem Auswaschen und Trocknen 17,0 Grm. Es waren also wirklich 277,5 — 17,5 oder 260,5 Grm. Flüssigkeit vorhanden gewesen, welche 1,07 Proz. oder 2,78 Grm. Zucker enthielten. Der Schlamm enthielt also in 100 Thln. das Doppelte oder 5,56 Zucker. Hieraus berechnen sich folgende Zahlen:

Wasser	57,7 Proz.	des Schlammes
Zucker	5,56 „	
Kohlensaurer Kalk	34,0 „	
Zucker auf 100 kohlensauren Kalk . .	16,3 „	
Zucker auf 100 Trockensubstanz . . .	13,1 „	

3) Untersuchung der Knochenkohle.

Die Ueberwachung des Betriebes erfordert die zeitweise Bestimmung

1) des Kohlenstoffes,
2) des Zuckers, nach dem Absüßen der Filter,
3) des Kalkes,
4) des Gipses,
5) der Entfärbungskraft,
6) der genügenden Glühung.

Hiervon sind hier nur 2, 3, 5 und 6 zu erörtern, da 1 und 4 Aufgaben für den geübten Chemiker sind.

Bestimmung des Zuckers. Um die Wirkung des Absüßens zu prüfen und um zu sehen, ob dabei mit der nöthigen Sorgfalt verfahren wird, sowie um

zu erkennen, ob durch die eine oder andere Abänderung die Verluste vermindert werden können, ist die genaue Ermittelung des Zuckergehaltes in der aus den Filtern kommenden Kohle häufig angezeigt.

Indessen können derlei Bestimmungen, so werthvolle Aufschlüsse sie liefern, während der laufenden Arbeit doch nicht in großer Zahl gemacht werden; zur Ermittelung der Filtrationsverluste sind sie allerdings unerläßlich und müssen dann vom Chemiker mit besonderer Sorgfalt nach besonderer Methode ausgeführt werden; zur alleinigen Beaufsichtigung und Ueberwachung der Abfüßung bei sonst nicht veränderten Umständen kann man sich dagegen des folgenden vereinfachten Verfahrens bedienen, welches nur Vergleiche gestattet, aber keine genauen Zuckerprozente liefert. Dasselbe besteht in der Polarisation — in der 600 Millimeterröhre — einer stets in derselben Weise aus der abgesüßten Kohle dargestellten Flüssigkeit. Man kann zweckmäßig folgende Verhältnisse benutzen: 600 Kbzm. Kohle werden auf einem Filter mit 100 Kbzm. kaltem Wasser übergossen, das Ablaufende nochmals auf die Kohle gebracht. Die so erhaltene Flüssigkeit wird mit einigen Tropfen Bleiessig versetzt und dann polarisirt. Hat man mehre Male mit besonderer Sorgfalt das Absüßen ausgeführt und die Kohle in dieser Weise geprüft, so erhält man die nöthigen Anhaltspunkte, um auf diesem Wege leicht und schnell die Arbeit zu überwachen; die Polarisation obiger Flüssigkeit ist etwa 3° in der dreifachen Röhre, woraus sich die Unanwendbarkeit von einfachen Röhren zu dieser Probe ergiebt.

Bestimmung des Kalkes. Der kohlensaure Kalk wird sowohl in der neuen wie in der gebrauchten Kohle nach der Menge Kohlensäure bestimmt, welche eine stärkere Säure daraus frei macht. Die aus einer gewogenen Menge Kohle frei gemachte Kohlensäure wird in geeigneten Apparaten gemessen, welche eine leichte Verwandlung in Gewichtsprozente gestatten.

Sollte die Kohle freien Kalk enthalten, wie dies der Fall sein kann, wenn sie unmittelbar nach dem Gebrauch untersucht wird, so verwandelt man denselben durch Uebergießen mit etwas kohlensaurem Ammon und gelindes Erhitzen bis zur Verjagung des Ueberschusses, in kohlensauren Kalk und bestimmt nun die Gesammtkohlensäure. Bei der Untersuchung geglühter oder überhaupt solcher Kohle, welche einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist, ist diese Vorbereitung nicht erforderlich.

Die Art, wie man nach dem Kalkgehalt der Kohle die anzuwendende Säuremenge festsetzt, ist schon früher besprochen worden. Im laufenden Betriebe wird demnach die Untersuchung der Knochenkohle auf häufige Bestimmung des (kohlensauren) Kalkes nach dem Glühen beschränkt.

Zur Bestimmung der Kohlensäure nach dem Volumen ist kaum ein anderer als der Scheibler'sche Apparat im Gebrauch.

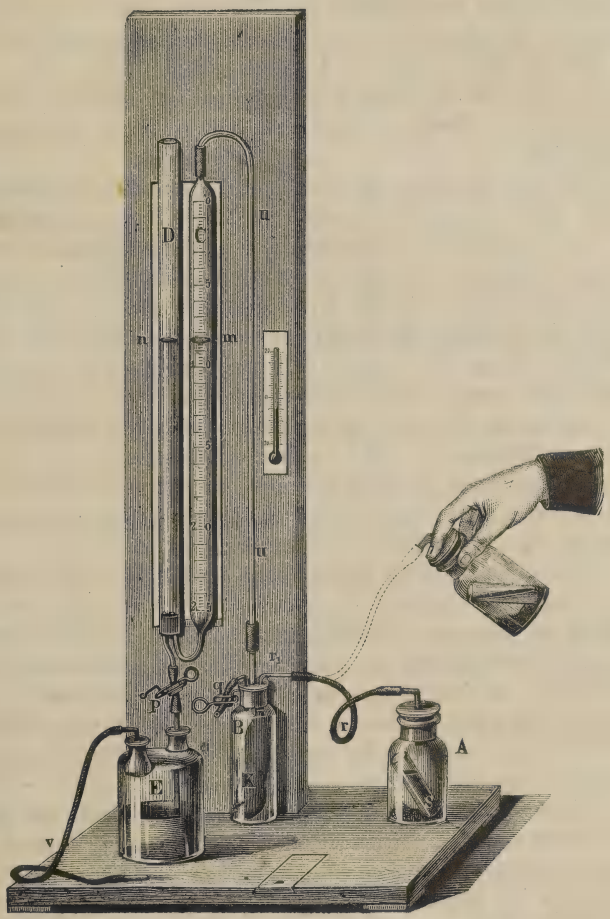
Der in Fig. 95 abgebildete Apparat besteht aus folgenden Theilen:

1) dem Kohlensäureentwickelungsgefäße *A*, in welchem die Zersetzung der zu untersuchenden Kohlensäureverbindung (Knochenkohle) durch verdünnte Salzsäure herbeigeführt wird, welche letztere sich vor dem Versuche in dem Guttaperchagefäße *s* befindet. Der Glasstöpsel des Gefäßes *A*, der in seiner Durchbohrung

ein Glasrohr eingekittet enthält, steht mittelst eines Kautschukrohres r in Verbindung mit

2) der mit drei Röhren versehenen Flasche B. Die eine derselben r_1 ist eine eingekittete Glasröhre, die einerseits mit A in Verbindung steht, andererseits innerhalb von B luftdicht in eine Blase K von postpapierdünnem Kautschuk mündet. Die angesetzte zweite Röhre q der Flasche B, welche während der Ver-

Fig. 95.



suche durch einen Quetschhahn verschlossen bleibt, dient dazu, um den inneren Raum von B erforderlichen Falles mit der äußeren Atmosphäre in Verbindung treten zu lassen. Die dritte aufwärts führende Röhre u endlich steht in Verbindung mit

3) dem genau eingetheilten eigentlichen Meßapparat, d. i. einer in 25 Theile getheilten Glasröhre C. Das untere Ende dieser Meßröhre C steht ferner in Verbindung mit

4) der ihr parallel laufenden Wasserröhre *D*. Diese enthält an ihrem unteren Ende eine bei *p* verschließbare Ausflußröhre, welche bis auf den Boden

5) der zweihalsigen Flasche *E* (Wasserbehälter) führt. Durch Oeffnen des Quetschhahns *p* fließt das in *C* und *D* enthaltene Wasser nach *E* ab, andererseits aber kann man das in *E* vorhandene Wasser nach *C* und *D* treiben, wenn man bei geöffnetem Quetschhahn *p* kräftig Luft in die Flasche *E* hineinbläst, wozu der Kautschukschlauch *v* dient.

Das Anfüllen des Apparates mit Wasser geschieht in der Weise, daß man durch das offene obere Ende der Röhre *D*, bei geöffnetem Quetschhahn *p*, so lange reines Wasser (am besten destillirtes, weil sich solches nicht mit der Zeit trübt), eingießt, bis das Gefäß *E* nahezu damit angefüllt ist. Dieses Anfüllen des Apparates mit Wasser ist nur einmal erforderlich, da das Wasser stets darin verbleiben kann.

Will man mit dem in *E* befindlichen Wasser die beiden Röhren *C* und *D*, und zwar letztere bis zum Nullpunkte der Skala, anfüllen, so hebt man den Glasstöpsel von *A* ab, öffnet den Quetschhahn *p* und bläst durch den Kautschukschlauch *v* kräftig Luft in die Flasche *E*. Hierdurch steigt das Wasser aus letzterer in die Röhren *C* und *D* hinein, welche davon zu gleicher Höhe angefüllt werden. Beim Anfüllen dieser Röhren mit Wasser hat man jedoch Sorge dafür zu tragen, daß das Wasser nicht zu hoch über den Nullpunkt der Skala in *C* und zwar nicht so hoch steige, um durch *u* nach *B* hinüber treten zu können, was ein Auseinandernehmen des ganzen Apparates nöthig machen würde. Würde das Wasser etwas bis über den Nullpunkt der Skala hinausgetrieben, bevor man den Quetschhahn *p* wieder geschlossen, so ist es leicht, durch leises Lüften des letzteren diesen Wasserüberschuß wieder nach *E* zurücklaufen zu lassen, bis die Flüssigkeit in *C* genau den erforderlichen Nullpunkt der Skala einnimmt.

Während sich die Röhre *C* mit Wasser anfüllt, drückt die in gleichem Maße aus *C* entweichende atmosphärische Luft, welche nach *B* gelangt, die dünnwandige Kautschukkugel zusammen, und sollte letzteres nicht in genügender Weise der Fall sein, so bläst man vorsichtig und langsam durch das geöffnete Rohr *q* Luft in die Flasche *B* ein, bis das völlige Zusammenfallen der Kautschukblase erreicht ist. Uebrigens ist auch diese Entleerung der Kaukschukblase *K* nur einmal zu Anfang der Versuche erforderlich, da sich dieselbe bei den aufeinander folgenden Versuchen immer wieder von selbst entleert.

Es kann jedoch noch der Fall eintreten, daß beim Füllen der Röhren *C* und *D* die Kautschukkugel *K* bereits früher völlig zusammengeschrumpft ist, ehe das Wasser den Nullpunkt an der Skala erreicht hat. In diesem Falle stellt sich das Wasser der beiden Röhren nicht ins Gleichgewicht, sondern es bleibt in *D* höher stehen, welcher Umstand aber durch ein einmaliges Oeffnen des Quetschhahns *q* leicht zu beseitigen ist.

Die zur Zersetzung der Knochenkohle in Anwendung kommende Salzsäure, womit bei den einzelnen Versuchen das Gefäß *s* angefüllt wird, kann die gewöhnliche rohe Salzsäure des Handels sein, welche vorher mit ihrem halben Volum Wasser verdünnt ist. Die Mittelprobe der zu untersuchenden Kohle wird gröblich gepulvert, und ein kleiner Theil dieses groben Pulvers möglichst fein zerrieben.

Von diesem feinen Pulver wägt man nach vollkommenem Trocknen mit dem dem Apparate beigegebenen Normalgewichte 1,7 Grm. ab.

Man stellt das Wasser in der Röhre *C* genau auf den Nullpunkt ein und bringt die abgewogene Probe vollständig und ohne Verlust auf den Boden des vorher gut gereinigten, völlig trocknen Gefäßes *A*. Alsdann füllt man das ebenfalls gereinigte, äußerlich trockne Guttaperchagefäß *s* bis auf $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll Höhe mit Salzsäure und zwar mit der Vorsicht, daß keine Salzsäure dem Guttaperchagefäß äußerlich anhaftet. Dieses Guttaperchagefäß stellt man in die Flasche *A* hinein, anlehnend an dessen innere Wandung. Nun setzt man den Glasstöpsel von *A* wieder auf, den man vorher zur besseren Dichtung, und um ihn stets leicht abheben zu können, ringsum mit Talg bestrichen hat. Durch dieses Aufsetzen des Glasstöpsels fällt der Wasserstand in *C* etwas unter den Nullpunkt der Skala, dafür in *D* entsprechend steigend; durch einmaliges Oeffnen des Quetschhahns *q* wird der Stand jedoch leicht wieder auf Null gebracht. Bei allen diesen Vorbereitungen ist eine Erwärmung des Gefäßes *A* durch häufiges Anfassen mit der ganzen Hand möglichst zu vermeiden.

Indem man, um diese Erwärmung zu umgehen, den Hals der Flasche *A* nunmehr mit Daumen und Mittelfinger ergreift, während man den Zeigefinger auf den Stöpsel setzt (s. Fig. 199), bringt man durch Neigung des an *r* beweglichen Gefäßes *A* die in *s* befindliche Salzsäure völlig zum Ausfließen und dadurch in Berührung mit der Knochenkohle, deren Zersetzung sofort unter Freiwerden von Kohlensäuregas beginnt. Die Kautschukblase *K* bläht sich auf, während das Wasser an der Skala bei *C* sinkt und dem entsprechend in *D* steigt. Während man nun mit der rechten Hand durch leises Schütteln den Inhalt des Gefäßes *A* in fortwährender Bewegung erhält, damit die ausgegossene Salzsäure in allseitige Berührung mit der Kohle gelangt, läßt man mittelst der linken Hand durch vorsichtiges Oeffnen des Quetschhahns *p* stets so viel Wasser nach *E* abfließen, als nöthig ist, damit das Wasser in beiden Röhren *D* und *C* genau gleiche Höhe hält. Das Schütteln des Gefäßes *A*, sowie das Ablassen des Wassers durch *p* wird ununterbrochen so lange fortgesetzt, als noch eine Kohlensäureentwickelung, also ein Sinken des Wasserstandes an der Skala von *C* bemerkbar ist. Erst dann, wenn letzteres während einiger Sekunden hindurch sich nicht mehr zeigt, ist der Versuch als beendigt zu betrachten.

Man sorgt nunmehr dafür, daß der Wasserstand in den Röhren *C* und *D* gleiche Höhe hat, und liest den Stand an der Skala, sowie auch den Stand des am Instrumente befestigten Thermometers ab.

Das so beobachtete Volumen ist nicht genau dasjenige des entwickelten Gases. Es wird aber mit Hülfe der dem Apparat beigegebenen Tabelle je nach der verschiedenen Temperatur sofort und ohne weitere Rechnung in Prozente kohlensauren Kalkes umgesetzt. Die Tabelle enthält in der ersten Spalte die abgelesenen Raumtheile von 1 bis 25 und denselben entsprechend für die verschiedenen Temperaturen, wie sie das Thermometer am Instrument gezeigt hat, die Prozente kohlensauren Kalkes in der Kohle.

Man habe z. B. bei 22° an der graduirten Röhre 9,5 abgelesen, dann ergiebt die Tabelle für

9°	die Zahl	8,77
0,5	„ „	0,48
zusammen		9,25 Proz.

als der „Kalk"-Gehalt der Kohle.

Dem Apparate ist auch eine Tabelle beigegeben, vermittelst welcher man leicht diejenige Menge Salzsäure berechnen kann, welche zur Entfernung einer bestimmten Menge kohlensauren Kalkes, je nach der Konzentration der Säure, erforderlich ist.

Ist diese Menge einmal festgesetzt, so lehrt die regelmäßig wiederholte Untersuchung der Knochenkohle, ob deren Kalkgehalt sich vermehrt, vermindert oder unverändert bleibt. Je nach dem gewünschten Ergebnisse wird dann die Säuerung erforderlichen Falles abgeändert und der Erfolg beobachtet. Zahlreiche Kalkbestimmungen sind daher um so mehr erforderlich, als einerseits die Salzsäure nicht das allein entkalkende Mittel und ihre Wirkung auch nicht genau die berechnete ist, und andererseits auch noch so sorgfältig gewählte Durchschnittsmuster nicht gestatten, aus jeder einzelnen Untersuchung einen bestimmten Schluß auf Vermehrung oder Verminderung des Kalkgehaltes des ganzen Kohlenvorrathes zu ziehen, hierzu vielmehr mehre sich bestätigende Einzelnuntersuchungen nothwendig sind, ehe man größere Aenderungen im Betriebe vorzunehmen berechtigt ist.

Bestimmung der Entfärbungskraft. Diese, wie die Bestimmung der in der Fabrik im laufenden Betriebe erzielten Entfärbung, sowie überhaupt die der Farben der verschiedenen Produkte geschieht leicht und einfach mittelst meines Farbenmaßes.

Dasselbe ist in Fig. 96 abgebildet und hat folgende Haupttheile:

Die weite Saftröhre *I*, unten durch eine Glasscheibe geschlossen, oben offen und seitlich mit einer Erweiterung zum Ein- und Ausgießen der Flüssigkeiten. Die Saftröhre ist an dem Stativ mittelst zweier Schrauben befestigt und kann erforderlichen Falles (behufs Reinigung u. s. w.) leicht abgenommen werden.

Die Maßröhre *III*, unten mit einer Glasscheibe verschlossen und innerhalb der Saftröhre *I* beweglich.

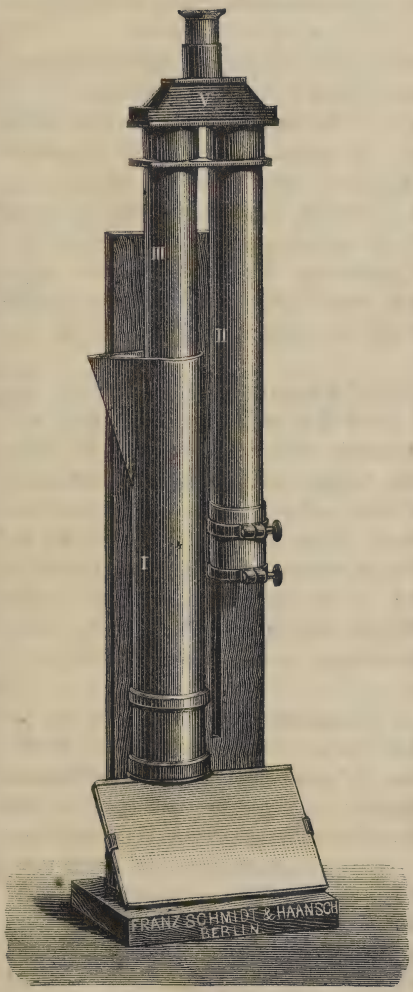
Die Farbeglasröhre *II*, mit *III* fest verbunden, unten offen, oben mit dem Farbeglas bedeckt; sie ist mit ihrem unteren Ende mittelst zweier Ringe mit Schrauben fest, aber leicht lösbar mit der Gleitplatte verbunden, welche, gemeinschaftlich mit anderen Führungen, die senkrechte Verschiebung der verbundenen Röhren *II* und *III* sichern. Der Grad dieser Verbindung wird an der Rückseite des Stativs an der Skala mit Indikator nach Millimetern abgelesen, deren Bruchtheile noch geschätzt werden können.

Das Farbenglas besteht aus zwei verbundenen Glasscheiben; die so hervorgebrachte Färbung ist als Normalfarbe mit 100 bezeichnet. Außerdem sind dem Instrumente zwei einfache Farbegläser beigegeben, die an Stelle des Normalglases oder mit demselben zugleich benutzt werden können; man erhält so die halbe, anderthalbfache oder doppelte Normalfarbe, zur Benutzung bei sehr hellen oder sehr dunkelen Flüssigkeiten.

Außerdem befindet sich an dem Instrumente noch die Augenkapsel *V*, welche

über die Röhren *II* und *III* gesteckt ist, und ein matter weißer Spiegel, der das gleichmäßig zerstreute Licht in passendem Winkel von unten in die Röhren wirft. Die Augenkapsel *V* enthält eine optische Vorrichtung, in Folge deren die beiden gleich oder ungleich gefärbten Sehfelder als unmittelbar an einander stoßende Halbkreise (wie bei dem Polarisationsinstrumente) erscheinen; die Einstellung wird dadurch wesentlich erleichtert und genauer. Bei einer einfacheren Form des Instrumentes ist nur eine Kapsel ohne optischen Apparat vorhanden; die zu vergleichenden Farben stellen sich dann als zwei neben einander liegende Kreise dar.

Fig. 96.



Da alle die mit der Knochenkohle vorzunehmenden Bestimmungen auf der Messung der Farbe von Flüssigkeiten mittelst dieses Apparates beruhen, so möge hier diese Messung im Allgemeinen zuerst beschrieben werden.

Man stellt das Instrument so gegen das Licht, daß beim Hineinsehen durch die Augenkapsel und nach Entfernung des Farbeglases die Sehfelder beider Röhren hell erscheinen. Nun legt man das Farbeglas mit seiner Fassung auf die Röhre *III* und füllt die Flüssigkeit, deren Farbe gemessen werden soll und die vollkommen klar (also bei wahrnehmbarer Trübung durch doppeltes Filtrirpapier filtrirt) sein muß, in die Saftröhre *I*, welche eben so wie die Meßröhre *III* mit ihrer Glasscheibe und Schraubenkapsel vollkommen dicht verschlossen sein muß. (Die Verschlußschraube bestreicht man zweckmäßig mit ein wenig Talg.)

Nun verschiebt man die verbundenen Maß- und Farberöhren *II* und *III* so weit, bis die Farbe der zwischen den Deckgläschen der beiden Röhren *I* und *II* befindlichen Flüssigkeitsschicht derjenigen des Farbegläschen entspricht, indem beide von oben bei dem Lichte betrachtet werden, welches von dem Spiegel aufwärts durch die Röhren reflektirt wird.

Der Stand der Maßröhre oder die Höhe der Flüssigkeitsschicht wird dann

an der Skala der Rückseite des Instrumentes abgelesen. Man thut wohl, einige Male einzustellen und aus den Beobachtungen das Mittel zu nehmen.

Da die Farbe der Flüssigkeit im umgekehrten Verhältniß zu der Dicke der Schicht derselben steht, welche erforderlich ist, um eine bestimmte Farbe hervorzubringen, und diese letztere hier durch 100 ausgedrückt ist, so erhält man die Farbe der Flüssigkeit, indem man die abgelesene Millimeterzahl in 100 dividirt. Um diese Rechnung entbehrlich zu machen, ist der Gebrauchsanweisung eine Tabelle der den Ablesungen entsprechenden Farbenzahlen beigegeben.

Die in dieser Weise gefundenen Farbenzahlen sind für alle Zuckerflüssigkeiten, sowie für die verschiedenen Instrumente, als absolute Zahlen, vergleichbar.

Die Reinigung des Instrumentes ist leicht auszuführen. Werden mehre Beobachtungen nach einander ausgeführt, so genügt Ausgießen und dann Ausspülen mit den zu beobachtenden Flüssigkeiten selbst. Sonst löst man die Schrauben der Ringe, welche die Röhre *II* mit der Schiebevorrichtung verbinden, nimmt die Röhren *II* und *III* mit der sie verbindenden Platte heraus und reinigt nun die Saft- und Maßröhren in gewöhnlicher Weise. Wendet man destillirtes Wasser an, so ist Austrocknen nicht erforderlich. Nöthigenfalls lassen sich auch die Deckgläschen, sowie der Verband der Röhren *II* und *III* mit der Messingplatte leicht lösen.

Die meisten Flüssigkeiten, deren Farbebestimmung von Interesse ist, wie Dünnsäfte, Dicksäfte u. dgl., kann man unmittelbar messen, wenn ihr spezifisches Gewicht bekannt ist; sie können auch verglichen werden, indem man die Farbe auf ein bestimmtes Saccharometergewicht bezieht; die geringen Abweichungen, welche bei der Vergleichung gleichartiger Säfte vorkommen, ermöglichen eine hinreichend genaue Korrektion. Bei besonders hellen Säften bedient man sich des halb normalen Glases und bringt bei der Ablesung die erforderliche Korrektion an. Aehnlich verfährt man mit Säften, die so dunkel sind, daß eine genaue Einstellung der sehr dünnen Flüssigkeitsschicht nicht wohl ausführbar ist, indem man deren Farbe mit der anderthalb- oder doppelt-normalen vergleicht und dann passend reduzirt.

In denjenigen Fällen (bei Sirupen, Rohprodukten, Melassen), wo dies zur richtigen Einstellung nicht ausreicht, wird vorher eine Verdünnung mit Wasser auf das genau doppelte, vierfache u. s. w., ja zehn- oder zwanzigfache Volumen vorgenommen, dann wie gewöhnlich eingestellt, die abgelesene Zahl mit 2, 4, 10, 20 u. s. w. dividirt, und schließlich durch Division in 100 (oder bei gleichzeitiger Anwendung des Doppeltnormalglases, in 200) die betreffende Farbe gefunden.

Bei Bestimmung der Farben fester Körper, also namentlich bei Füllmassen und Rohzuckern stellt man eine Lösung von bekanntem absoluten Zuckergehalt her, ermittelt die Farbe wie angegeben und berechnet dieselbe alsdann am einfachsten auf 100 Thle. reinen Zucker. Man kann sich hierzu derselben Lösung bedienen, welche man zur Polarisation herstellt (natürlich vor deren Entfärbung durch Bleiessig u. s. w.), hat aber dann bei der Berechnung auf 100 Thle. Zucker nicht den gefundenen Zuckergehalt der festen Substanz, sondern den absoluten Zuckergehalt der angewandten Lösung in Betracht zu ziehen.

Diese Methode, die ermittelten Farben auf den konstanten Zuckergehalt von

100 zu reduziren, kann natürlich bei der Untersuchung aller anderen Produkte ebenfalls angewandt werden; ebenso kann man auch die Füllmassen, Zucker u. s. w. stets zu Flüssigkeiten von einer bestimmten Saccharometeranzeige auflösen und deren Farbe bestimmen u. s. w.

Zu beachten ist dann nur, daß, um Mißverständnissen vorzubeugen, bei Angabe der Farbezahl die Bezeichnung „für Saccharometeranzeige x“ oder „für Zuckergehalt 100“ oder dergl. hinzugefügt werde.

Bestimmung der entfärbenden Kraft der Kohle. Dieselbe kann entweder in der Fabrik nach der Wirkung im Großen, oder mit einer Probe der verschiedenen Kohlen im Kleinen geschehen.

1) Im Fabrikbetriebe. Man bestimmt die Farbe des filtrirten und des unfiltrirten Saftes oder Klärsels an zweckmäßig gewählten Durchschnittsmustern. Zugleich wird für beide der absolute Zuckergehalt durch Polarisation festgestellt. Die Farben werden dann auf 100 Zucker reduzirt und nun mit einander verglichen; es ergiebt sich daraus die entfernte Farbstoffmenge oder die bewirkte Entfärbung in Prozenten.

Man kann, obwohl weniger genau, aber mit Umgehung der Zuckerbestimmung, auch die Flüssigkeiten, deren Farbe man feststellt, einfach auf gleiche Aräometeranzeige bringen. Die abgelesenen Farben werden dann direkt mit einander verglichen.

2) Prüfung der Entfärbungskraft einer bestimmten Kohle. Man nimmt eine beliebige Saft- oder Sirupprobe aus der Fabrik, oder stellt durch Auflösung eines Rohzuckers eine Lösung von 10 bis 20 Proz. her und bestimmt die Farbe der Flüssigkeit. Hierauf wägt oder mißt man (je nachdem man die Kohle nach Gewicht oder Volumen beurtheilen will) gleiche Mengen von der zu untersuchenden sowie von einer anderen schon ihrer Wirksamkeit nach bekannten Kohle gleicher Körnung, die jetzt als Vergleichungspunkt zu dienen hat, ab, übergießt jede Probe mit einer gleichen Menge des gewählten Saftes und erhitzt jedes Gemisch von Saft und Kohle gleichartig und gleich lange zum Kochen. Man läßt die Säfte in Berührung mit der Kohle erkalten (weil sie sonst schwer zu filtriren sind), filtrirt und bringt auf gleiche Dichte mit der ursprünglichen unentfärbten Lösung und bestimmt nun beider Farbe. Diese werden mit der Farbe der ursprünglichen Lösung verglichen und geben so die Entfärbung in Prozenten dieser letzteren, welche für beide Knochenkohlen vergleichbar sind.

Zur Erläuterung dieser Bestimmungsarten mögen hier einige Beispiele aus der Praxis Platz finden.

a. Bestimmung der Farbe der Füllmasse an einer dem Durchschnitt einer bestimmten Arbeitszeit entsprechenden Probe (zugleich als Beispiel für die Bestimmung der Farbe von Rohzucker): 13,024 Grm. zu 100 Kbzm. gelöst und filtrirt, lieferten z. B. eine Lösung, welche am Polarisationsinstrument 40 Grad und an dem Farbenmaß 30 Millimeter Ablesung ergab. Aus ersterer Zahl folgt der absolute Zuckergehalt der Füllmasse zu 80 Proz., derjenige der Lösung

zu 10,0 Proz., aus letzterer die Farbe zu $\frac{100}{33} = 3{,}33$; demnach ist die Farbe der Füllmasse für 100 darin vorhandenen reinen Zucker 33,3.

b. Bestimmung der während der Dünnsaftfiltration bewirkten Entfärbung: Ein Durchschnittsmuster des unfiltrirten Dünnsaftes und ein solches des filtrirten werden auf das gleiche Saccharometergewicht 10 Proz. (bei der gleichen Temperatur) gebracht und ihre Farben gemessen; bei ersterer habe man 13, bei letzterer 40 abgelesen. Erstere Farbe war demnach $\frac{100}{13} = 7{,}7$, letztere $\frac{100}{40} = 2{,}5$. Entfernt waren also auf 7,7 der Unterschied $7{,}7 - 2{,}5 = 5{,}2$, das heißt 67,5 Proz. des Farbstoffes.

c. Verhältniß der Entfärbungskraft der Knochenkohle, welche bei sonst gleicher Beschaffenheit nach drei verschiedenen Methoden wiederbelebt worden.

Die Farbe des Dicksaftes, auf 20 Proz. verdünnt, wurde gemessen und dieser Saft in ganz gleicher Weise mit gleichen Mengen der drei Kohlen behandelt, die Farbe der drei entfärbten Säfte gemessen und so die bewirkten Entfärbungen auf 100 der ursprünglichen Farbe berechnet: es wurden gefunden Entfärbungen von 57, 73 und 77 Proz.; bezeichnet man also letztere mit 100, so stellt sich die Entfärbungskraft der drei Kohlen wie 74 : 95 : 100.

Die Prüfung der stattgefundenen Glühung begreift eine nur empirische Probe zu dem Zwecke, um zu erfahren, ob richtig, oder zu stark oder zu schwach geglüht worden sei. Man bringt eine gewisse Menge der Kohle (etwa 25 Grm.) in ein Kölbchen, übergießt mit (etwa 100 Kbzm.) Wasser, setzt ein Stück kaustisches Kali oder Natron zu, erhitzt zum Sieden, läßt kurze Zeit kochen und filtrirt. Die Farbe der durch organische Beimengungen aus der Kohle in der Regel gefärbten Flüssigkeit ist das Kennzeichen für das Verhältniß der unzersetzten Stoffe, mithin für den erlittenen Grad der Glühung. Ist die Farbe etwa strohgelb oder heller, so ist hinreichend geglüht worden; ist sie aber dunkelgelb oder gar bräunlich, so ist eine höhere Temperatur erforderlich, die Kohle ist nicht hinreichend geglüht. Natürlich ist diese Bestimmung eine sehr ungenaue und kann nur durch längere Erfahrung und aufmerksame Vergleiche Werth erlangen.

Zunächst ist klar, daß das Resultat von den angewandten Verhältnissen und von der Weite des Glases, in welchem man die filtrirte Flüssigkeit beobachtet, abhängt. Man muß daher bei allen Versuchen dieselbe Menge Kohle, dieselbe Menge Wasser und Alkali nehmen und in Gefäße von gleicher Weite filtriren. Die Farbe ist sofort und in Zilindern von mindestens 5 Zentimeter Weite zu beurtheilen, da sie sich beim Stehen vermindert und in dünneren Schichten zu blaß ist. Nur so werden die Resultate regelmäßig und hinreichend zuverlässig.

Sie sind es freilich stets nur für die jedesmaligen Umstände in ihrer gegenseitigen und Gesammtwirkung. Während die Kohle unzweifelhaft am vollkommensten von organischen Stoffen befreit ist, wenn jene Lösung farblos ausfällt,

ist es doch praktisch besser, eine geringe Färbung zu gestatten, weil ein sonst nicht zu bemerkender zu hoher Grad der Erhitzung der Kohle schon durch das Zusammensintern des phosphorsauren Kalkes nachtheilig wird. Unter anderen Umständen kann es sogar vorkommen, daß eine deutlich gelbe Farbe zugelassen werden muß: wenn z. B. eine gewisse Menge Gips in der Kohle vorhanden ist, so muß durch verminderte Glühung dessen Reduktion zu Schwefelkalzium unter Verbrennung von Kohlenstoff, selbst um den Preis ungenügender Reinigung der Kohle vermieden werden. Nur die Erfahrung, die genaue Beobachtung der Filtrationswirkung je nach der einen oder anderen Arbeitsweise und öfterer Bestimmungen der Entfärbungskraft kann über die einzuhaltenden Grenzen schärfere Anhaltspunkte liefern, die ohnehin, wenn man sich allgemein danach richten wollte, weit genauere Bestimmungen erfordern würden, als es bei dieser Art der Untersuchung ausführbar ist.

Siebentes Kapitel.

Das Kochen und die Fabrikprodukte.

Allgemeines. Um den Zucker aus der nach Möglichkeit durch die bisher beschriebenen Mittel gereinigten Lösung zu erhalten, muß er hauptsächlich vom Wasser getrennt werden: man muß dieselbe bis zum Kristallisationspunkte verdampfen. Es ist schon oben (S. 156) angedeutet worden, daß diese Wasserentziehung in zwei Perioden geschieht, die als Verdampfung und Verkochen unterschieden werden. Erstere findet statt zwischen den beiden Filtrationen, letzteres nach der zweiten Filtration; erstere liefert Dicksaft, letzteres Füllmasse.

Die Art der Arbeit im Einzelnen, namentlich auch was die Nachprodukte betrifft, sowie die Leitung der Filtration, ist wesentlich verschieden nach dem Zwecke, den zu erreichen man beabsichtigt, d. h. nach der Beschaffenheit des Produktes, auf dessen Herstellung die Fabrikation gerichtet ist.

Man kann in dieser Beziehung folgende Arbeiten unterscheiden:

I. Die Rohzuckerarbeit, deren Ziel nur die Herstellung eines Mittelproduktes, oder Halbfabrikates, des Rohzuckers ist. Dieser ist nicht für den Verbrauch unmittelbar bestimmt, da er nicht hinreichend rein ist, sondern wird erst durch eine besondere weitere Verarbeitung hierzu in die geeignete Form gebracht.

II. Die Raffinierarbeit (das Läutern), welche aus dem bei I. erhaltenen Rohzucker reineren, für den Verbrauch geeigneten Zucker, in Form von Broden, Stücken oder einzelnen Kristallen darstellt.

III. Die Melisarbeit, welche die beiden Arbeiten I. und II. in eine vereinigt und direkt aus Rübensaft Verbrauchszucker — in Broden, Stücken oder Kristallen — darstellt, ohne erst Rohzucker als Handelswaare zu erzeugen.

I. Die Rohzuckerarbeit.

1) Die Verdampfung.

Die Verdampfung im engeren Sinne bezweckt die Entfernung des größten Antheils des im filtrirten Dünnsafte enthaltenen Wassers, oder die Ueberführung des filtrirten Dünnsaftes in unfiltrirten Dicksaft. Ersterer hat je nach der Entsaftungsarbeit eine Schwere von 5 bis 10 Proz., letzterer wird in der Regel auf 50 bis 55 Proz. gehalten.

Die älteren offenen Verdampfpfannen sind jetzt ganz außer Gebrauch.

Der Hauptzweck, welchen die neueren, verbesserten oder geschlossenen Verdampfapparate verfolgen, ist der, die Wasserverdampfung mit geringen Kosten zu bewerkstelligen.

Dieser Zweck wird zunächst dadurch erreicht, daß die Verdampfung unter vermindertem Luftdruck erfolgt; dadurch wird es ermöglicht, statt des direkten (Kessel-) Dampfes entweder denjenigen anzuwenden, welcher bereits zur Bewegung der Maschine gedient hat (Maschinendampf, Retourdampf, Rückdampf, Abdampf, indirekter Dampf), oder denjenigen, welcher aus dem verdampfenden Safte sich entwickelt (Saftdampf).

Auf welche Weise hierin eine Ersparniß an Brennmaterial liegt, erhellt aus Folgendem: Nimmt man an, daß in einer offenen Pfanne der Saft von 8 auf 50 Proz. eingedickt werden solle, so müssen etwa $^5/_6$ seines Volumens an Wasser verdampft werden, nämlich etwa 500 Liter von 600 Liter Saft. Die hierzu erforderliche Wärme liefert ausschließlich der Dampfkessel, d. h. der aus demselben kommende direkte Dampf. Der aus dem siedenden Safte entweichende Dampf wird durch den Brüdenfang in die Luft abgeführt und seine Wärme (latente, wie freie) bleibt unbenutzt. Wird aber dieser Dampf in die Dampfschlange einer zweiten Pfanne geleitet, so erhitzt er nicht allein den Saft in dieser Pfanne, sondern er vermag ihn unter geeigneten Umständen sogar zu verdampfen. Dies wird durch die Einrichtung der neueren Verdampfapparate ermöglicht: man verdampft mit dem aus einem Theile des kochenden Saftes entweichenden Dampf einen anderen Theil Saft und erzielt so eine Ersparniß an Heizmaterial.

Soll mittelst einer Dampfschlange, oder überhaupt mittelst Dampfheizröhren der Saft zum Sieden erhitzt und kochend verdampft werden können, so muß natürlich der die Schlange oder Heizröhren durchziehende Dampf eine höhere Temperatur haben, als die ist, bei welcher der Saft siedet. Der dünne Saft siedet bei etwa 100°, wird er konzentrirter, so steigt sein Siedepunkt. Der aus der Pfanne entweichende Dampf, der Dampf aus dem Safte, hat aber nur die Temperatur von 100°; er ist also nicht ohne weiteres im Stande, den Saft einer zweiten Pfanne zu verdampfen, in deren Dampfschlange er geleitet wird. Nun läßt sich aber der Siedepunkt des Saftes dieser Pfanne erniedrigen, z. B. auf 60° herabbringen, und geschieht dies, so kann jener Dampf von 100° den Saft verdampfen. Dies wird durch die Einrichtung der Verdampfapparate bewirkt.

Der Siedepunkt einer Flüssigkeit liegt nämlich nicht unter allen Umständen bei einer und derselben Temperatur, er steigt und fällt in einem bestimmten Verhältnisse mit dem Drucke, den sie zu tragen hat. Beim Sieden in offenen Gefäßen, oder in solchen, aus denen der Dampf rasch genug entweichen kann, wird der Siedepunkt durch den Druck der Luft bestimmt. Das Barometer zeigt bekanntlich die Höhe dieses Druckes an; bei einem Barometerstande von 760 Millimeter (28 Zoll) siedet das Wasser bei 100° C.; wird der Luftdruck *vermindert*, so siedet es bei *niedrigerer* Temperatur.

Die Verminderung des Luftdruckes kann durch eine Luftpumpe bewerkstelligt werden. Setzt man daher die zweite der erwähnten, natürlich dafür besonders eingerichteten Verdampfpfannen mit einer Luftpumpe in Verbindung, so wird der Siedepunkt des in derselben enthaltenen Saftes leicht soweit erniedrigt, daß der aus der ersten Pfanne in ihre Dampfschlange tretende Dampf den Saft lebhaft zu verdampfen vermag. Hat die Verdampfung begonnen, so verdrängt der Dampf die Luft und anstatt dieser befindet sich Dampf über dem Safte. Auch dieser muß fortwährend entfernt werden, da er wie die Luft einen Druck ausübt. Nichts ist leichter als dessen Entfernung; man läßt den Dampf in einen Raum treten, in welchen unausgesetzt kaltes Wasser fließt; das kalte Wasser verdichtet den Dampf, so weit es erforderlich ist, und das Verdampfen erfolgt also fortwährend unter vermindertem Drucke, oder, wie man zu sagen pflegt, in der Luftleere, im Vakuum. Der Apparat, in welchem die Verdichtung des Dampfes durch kaltes Wasser erfolgt, heißt der Kondensator (Verdichter).

Es leuchtet ein, daß bei der beschriebenen Verdampfungsweise des Saftes die Verdampfpfannen nicht offen sein können. Aus der geschlossenen ersten Pfanne leitet ein von ihrem Dampfraume (dem Raume über dem Safte) abgehendes Rohr den aus dem Safte entwickelten Dampf in die Dampfschlange (die Heizröhren) der zweiten Pfanne, und der Dampfraum dieser, ebenfalls geschlossenen, Pfanne steht durch ein Rohr mit dem Kondensator und der Luftpumpe in Verbindung. Da so konstruirte Verdampfpfannen keine Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Pfannen haben, so pflegt man sie Verdampfkörper oder schlechthin Körper zu nennen.

Wenn der aus dem Dampfraume des ersten Körpers in die Heizröhren (die Schlange) des zweiten Körpers eintretende Dampf hier rascher verdichtet wird, als er sich aus dem Safte jenes Körpers bildet, wenn der Dampf also nicht in demselben Maße nachströmt, als er verdichtet wird, so wirken begreiflich die Heizröhren als Kondensator, und die Folge davon ist Erniedrigung des Siedepunktes des Saftes auch im ersten Körper. Ebenso verhält es sich, wenn der Dampf aus den Heizröhren auf irgend eine Weise, z. B. durch eine Pumpe oder einen Kondensator, rascher weggeholt wird, als er nachströmt. Man vermag also schon im ersten Körper den Saft unter vermindertem Drucke zu verdampfen. Weil dem so ist, so können, wie zwei Verdampfkörper, so auch drei auf beschriebene Weise mit einander verbunden werden. Den Heizröhren des ersten Körpers wird dann allein Dampf zugeführt; die Heizröhren des zweiten Körpers erhalten den Saftdampf aus dem ersten Körper; diejenigen des dritten Körpers den Saftdampf aus dem zweiten Körper, wobei natürlich dafür gesorgt werden muß, daß nicht allein im dritten, sondern mindestens auch im zweiten Körper der Saft unter vermindertem

(Zu Seite 211.)

Fig. 97.

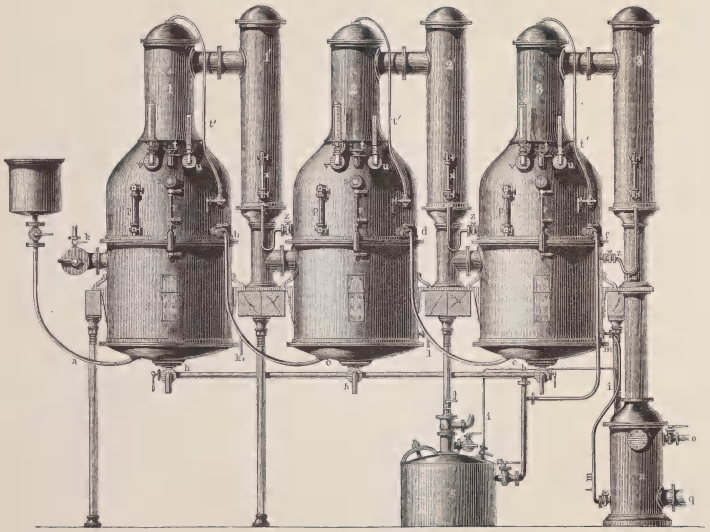
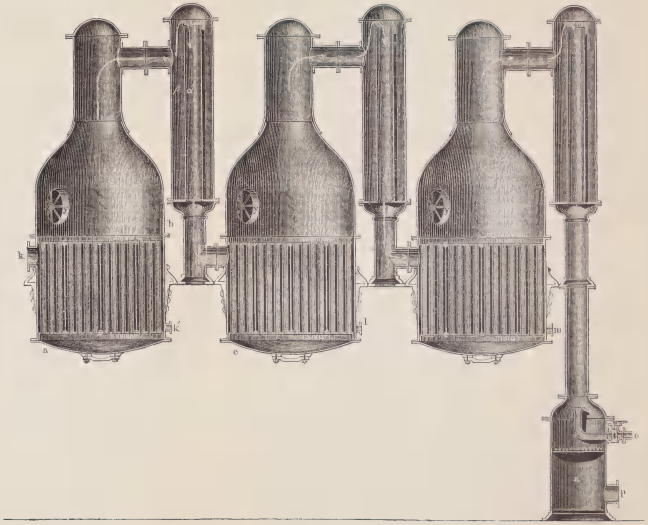


Fig. 98.



Drucke, als bei niederer Temperatur siedet. Welcher Nutzen noch daraus erwächst, daß man den Siedepunkt des Saftes nicht allein im letzten, sondern auch in dem vorhergehenden Körper auf angegebene Weise zu erniedrigen vermag, werden wir unten sehen.

Die Schnelligkeit, mit welcher der Saft in den Körpern verdampft, ist abhängig von dem Temperaturunterschiede zwischen dem siedenden Safte und der Dampfschlange, also des die Schlange durchziehenden Dampfes; ferner abhängig von der Größe der Dampfschlange oder der Heizfläche. Je größer der Unterschied zwischen der Temperatur des siedenden Saftes und derjenigen des Dampfes ist, desto schneller geht die Wärme durch das Metall der Heizröhren (Schlange) in den Saft über, und je größere Heizfläche die Schlange hat, desto mehr Wärme führt sie in gleicher Zeit dem Safte zu. Mit großer Heizfläche und weniger heißem Dampfe läßt sich also dieselbe Schnelligkeit des Verdampfens erreichen, wie mit kleiner Heizfläche und heißerem Dampfe.

In den neueren Verdampfapparaten nimmt man die Heizfläche möglichst groß, um mit Dampf von weniger hoher Temperatur auszukommen. Solcher Dampf bietet sich nämlich in den Fabriken meistens in hinreichender Menge dar es ist der Dampf, welcher in der Dampfmaschine als bewegende Kraft gedient hat und welcher dieselbe dann verläßt, der sogenannte Maschinendampf oder Rückdampf (Retourdampf). Entweicht dieser Dampf ungehindert aus dem Zilinder der Maschine, so ist er Dampf vom Drucke der Atmosphäre und seine Temperatur 100°; er kann dann also nur zum Verdampfen von Saft benutzt werden, dessen Siedepunkt unter 100° erniedrigt ist. Entweicht dieser Dampf unter einem Gegendrucke von $^1/_3$ Atmosphäre (um welchen Betrag dann seine Wirkung in der Dampfmaschine geringer ist), so ist es Dampf von $1^1/_3$ Atmosphäre, also $^1/_3$ Atmosphäre Ueberdruck (0,3 Kilogramm auf das Quadratzentimeter oder 4,7 Pfd. auf den Quadratzoll) und seine Temperatur ist etwa 107°; er kann dann zum Verdampfen von Saft dienen, der bei 100° siedet. Der Unterschied zwischen der Temperatur des Saftes und derjenigen des Dampfes ist dann allerdings nicht bedeutend, aber man kann ihn steigern, indem man auf oben beschriebene Weise den Siedepunkt des Saftes erniedrigt, z. B. auf 94°.

Die Figuren 97 und 98 zeigen den als Robert'scher oder Tischbein'scher bekannten Apparat in der ursprünglichen Konstruktion. Diese findet sich wohl kaum noch unverändert in einer Fabrik, aber sie läßt die Anwendung des Prinzips in der Praxis recht gut erkennen, und hat man sich mit derselben vertraut gemacht, was nach dem, was im Allgemeinen über Apparate dieser Art gesagt ist, keine Schwierigkeit machen kann, so wird man andere Formen sehr leicht verstehen.

Fig. 97 Seitenansicht, Fig. 98 senkrechter Durchschnitt.

Die drei Verdampfpfannen, oder die Körper des Apparates, 1, 2, 3, haben gleiche Einrichtung. Eine große Zahl (mehre Hundert) von Röhren ist mit ihren beiden Enden in entsprechende Oeffnungen zweier horizontaler Böden befestigt, die den zilindrischen Raum des Körpers, den Dampfheizraum, unten von dem kleinen, gewölbten Bodenraume und oben von dem geräumigen Saftdampfraume trennen. Der Bodenraum steht auf diese Weise mit dem Saftdampfraume durch die Röhren in Verbindung; in die Körper eingelassener Saft füllt den Bodenraum

die Röhren und tritt über die Röhren in den Saftdampfraum. Wird Dampf in den Heizraum geleitet, so umspielt derselbe die Röhren, den oberen und unteren Boden, und erhitzt so den Saft. Die Körper sind von Eisen, bis auf die Röhren, die meistens von Kupfer oder gezogene Messingröhren sind; man hat aber auch gezogene eiserne Röhren.

Denken wir alle drei Körper bis zur gehörigen Höhe mit Saft gefüllt. Bei *k* tritt in den Heizraum des ersten Körpers Dampf aus dem Dampfsammler, also Rück- oder Maschinendampf, und bringt den Saft zum Sieden. Das in dem Heizraume durch Verdichtung des Dampfes entstandene Wasser wird durch *k'* weggeleitet, z. B. in den Wasserbehälter zum Speisen des Dampfkessels.

Der aus dem Safte des ersten Körpers entwickelte Dampf geht durch den sogenannten Uebersteiger 1', Fig. 97, wie es die Pfeile in Fig. 98 zeigen, in den Heizraum des zweiten Körpers, und erhitzt in diesem den Saft ebenso, wie der Rückdampf den Saft im ersten Körper erhitzt. Wohin das Wasser, welches durch Verdichtung des Dampfs im Heizraume, sowie der etwa nicht verdichtete Dampf, die sogenannten Retouren, gelangen, welche aus *l* abgeführt werden, wird sich später ergeben. Damit bei dem Uebertreten des Dampfes aus dem Dampfraume des ersten, in den Heizraum des zweiten Körpers, fortgerissene Tropfen des Saftes nicht in den letzteren Raum gelangen und so verloren gehen, hat der Uebersteiger die Einrichtung, wie sie sich aus Fig. 98 ergiebt. Das aufrechte Dampfleitungsrohr α ist nämlich von einem weiteren Rohre β umgeben, und zwar, wie man sieht, so, daß nur Dampf in jenes gelangen kann, übergerissener oder übergespritzter Saft sich nur in dem Raume zwischen beiden Rohren, unten im Uebersteiger, ansammelt, wo man seine Höhe durch den Standzeiger *x* erkennt. Durch *z* wird dieser Saft dann zu dem Safte des zweiten Körpers gelassen (Fig. 97).

Der aus dem Safte des zweiten Körpers entwickelte Dampf tritt nun in ganz gleicher Weise durch den Uebersteiger 2' in den Heizraum des dritten Körpers, in diesem den Saft erhitzend. Durch *m* gehen das durch Verdichtung entstandene Wasser und der unverdichtete Dampf (die Retouren) ab, wohin, wird unten sich zeigen.

Der aus dem Safte des dritten Körpers entwickelte Dampf gelangt nun schließlich in den letzten Uebersteiger 3', dessen Dampfrohr sich nach unten verlängert und hier mit dem Behälter *n*, dem sogenannten Kondensator oder der Kondensation, in Verbindung steht. Durch das aufrecht gebogene Rohr *o* spritzt kaltes Wasser ein, verdichtet den Dampf, damit warmes Wasser bildend, welches von einer Pumpe, die mit dem Rohre *q* in Verbindung steht, weggezogen wird. Die Siebplatte in *n* befördert die Verdichtung durch Zertheilung des Wassers (Figuren 97 und 98).

Die Verdichtung des Dampfes durch das kalte Wasser erfolgt in dem Kondensator so rasch, daß eine starke Verdünnung des Dampfes in dem Körper 3 die Folge davon ist, daß sich also der Dampfdruck über dem Safte in diesem Körper beträchtlich vermindert, wodurch der Siedepunkt des Saftes ebenso erniedrigt wird, wie es oben erläutert wurde. Es entsteht, wie man in der Praxis zu sagen pflegt, eine Luftleere in dem dritten Körper. Eine solche sogenannte Luftleere wird aber auch, wenngleich in weit beschränkterem Grade, in dem zweiten und dem ersten

Körper dadurch hervorgebracht, daß die Dampfheizräume des dritten und zweiten Körpers mit dem Kondensator in Verbindung stehen, indem das durch Verdichtung entstandene Wasser und der unverdichtete Dampf (die Retouren) aus diesen Räumen durch *l* und *m* (vergl. oben) in den Kondensator geführt werden (Fig. 97). Von *l* geht nämlich ein Rohr nach *m*, welches in der Abbildung weggelassen ist; die vereinigten Rohre sind unten, am Kondensator, mit *lm* bezeichnet. Beide lassen sich auch durch eine besondere Pumpe, die Brüdenpumpe, wegziehen, und eine solche findet sich jetzt vielfach zu diesem Zwecke. Das hier erhaltene Brüdenwasser, der ohne Wasserzutritt durch Oberflächenabkühlung kondensirte Saftdampf, ist das reinste Wasser, dessen die Fabrikation sich bedienen kann. Es enthält nur Spuren von Zucker, fetten Stoffen und Ammoniak. Die wichtigste Anwendung desselben ist die zum Kesselspeisen und zur Kohlenwäsche; auch zum Filterabsüßen, zur Saftextraktion u. s. w. kann es, je nach den Umständen, mit großem Vortheil benutzt werden. Häufige Prüfungen dieses Wassers auf etwaigen Zuckergehalt sind anzustellen, um zu erkennen, ob durch Ueberspritzen oder Rohrundichtigkeiten bestimmbare Verluste bewirkt werden; im Bejahungsfalle würde die Ursache leicht zu erkennen und bald zu beseitigen sein. Diese Prüfung auf Zuckergehalt geschieht in derselben Weise, wie die der Absüßwasser größter Verdünnung.

Die Verminderung des Druckes über dem siedenden Safte, eine sogenannte Luftleere, ist, wie sich aus Früherem ergiebt, wenigstens für den zweiten und dritten Körper unerläßlich. Der in den Heizraum des ersten Körpers tretende Dampf, der Dampf aus dem Dampfsammler, hat eine Temperatur von etwa 105°, also eine Temperatur, die höher ist als diejenige, bei welcher der dünne Saft siedet, er vermag also diesen Saft zum Sieden zu erhitzen. Der aus dem ersten Körper durch den Uebersteiger in den Heizraum des zweiten Körpers tretende Dampf kann nun höchstens aber eine Temperatur von 100° haben und wäre deßhalb nicht im Stande, den in diesem Körper enthaltenen Saft, auch wenn dieser bei nur 100° kochte, zum Sieden zu bringen. Wird nun aber in dem zweiten Körper der Siedepunkt des Saftes erniedrigt, z. B. auf 90° herabgedrückt, wird eine sogenannte Luftleere erzeugt, so kann das Sieden des Saftes durch jenen Dampf bewirkt werden. Der aus dem zweiten Körper entweichende, in den Heizraum des dritten übergehende Dampf, hat dann aber natürlich nur eine Temperatur von 90°, die Luftleere in dem dritten Körper muß deßhalb so bedeutend sein, daß der Saft in demselben bei einer unter 90° liegenden Temperatur siedet, wenn jener Dampf den Saft wirklich zum Sieden bringen soll. In der That ist es durch gute Kondensation möglich, den Siedepunkt im dritten Körper sogar auf 60° zu erniedrigen.

Die Verminderung des Druckes über dem Safte des zweiten und dritten Körpers, durch rasche Verdichtung des Dampfes in dem Kondensator mittelst des einspritzenden kalten Wassers, setzt natürlich voraus, daß sich über dem Safte nur Dampf und keine Luft befindet, denn diese läßt sich nicht zu Flüssigkeit verdichten. In dem Vorstehenden ist deßhalb angenommen worden, daß die Verdampfung des Saftes in dem Apparate schon im vollen Gange sei. Wie es sich verhält, wenn die Verdampfung beginnen soll, wenn also Luft in den Körpern über dem Safte

sich befindet, ist bald gesagt. Die Pumpe, welche später das warme Wasser aus dem Kondensator wegholt, dient anfangs als Luftpumpe und entleert die Luft aus dem Apparate, wobei natürlich der Hahn des Wassereinspritzrohres geschlossen bleibt. So wird nicht allein in dem dritten Körper, dessen Dampf direkt mit dem Kondensator in Verbindung steht, sondern auch in dem zweiten und ersten Körper, deren Dampfraum durch das Rohr *l m* (Fig. 98), welches den Rückfluß aus dem Heizraume des dritten und zweiten Körpers dem Kondensator zuführt, mit diesem verbunden ist, eine Luftleere erzeugt. Sobald der Saft im ersten Körper siedet, treibt der Dampf die Luft aus diesem und aus dem Heizraume des zweiten Körpers, in welchen er übergeht, vollständig in den Kondensator; in gleicher Weise wird, sobald der Saft im zweiten Körper zu sieden anfängt, die Luft aus diesem und aus dem Heizraume des dritten, durch den Dampf in den Kondensator verdrängt, und ebenso schließlich die Luft aus dem dritten Körper, wenn hier der Saft zu sieden beginnt.

Es versteht sich von selbst, daß man den Hahn des Wassereinspritzrohres des Kondensators schon früher etwas öffnet, als Dampf aus dem Heizraume des zweiten, also aus dem Safte des ersten Körpers, in den Kondensator gelangt, und daß man ihn nach und nach mehr öffnet, wenn später der Saft auch im zweiten und dritten Körper siedet. Ist alle Luft aus dem Apparate ausgetrieben, so erhält sich dann, wie oben erläutert, die Luftleere durch die rasche Verdichtung des Dampfes. Daß der Betrag der Luftleere, nach Entfernung der Luft aus dem Apparate, nur von dem Verhältnisse der Schnelligkeit der Verdichtung des Dampfes, zur Schnelligkeit der Dampfbildung abhängig ist, zeigt recht deutlich der Umstand, daß die Luftleere in den drei Körpern des Apparates eine verschiedene ist. Am bedeutendsten ist sie im dritten, am geringsten, ja Null, im ersten Körper. Der Dampfraum des dritten Körpers steht durch ein sehr weites Rohr mit dem Kondensator in Verbindung, was das Entweichen des Dampfes und dessen Verdichtung befördert; die Dampfräume des zweiten und ersten Körpers stehen nur durch das weit engere Abzugsrohr (*l m*) für die Retouren aus den Heizräumen des dritten und zweiten Körpers, mit dem Kondensator in Verbindung, was das Entweichen des Dampfes und dessen Verdichtung verzögert. Im dritten Körper ist überdies die Dampfbildung am schwächsten, im ersten am lebhaftesten. Wie schon oben gesagt, bedarf es auch im ersten Körper der Luftleere nicht, wenn der Maschinendampf eine höhere Temperatur als 100° hat, man läßt dann den Saft so lebhaft sieden, daß die Temperatur nicht unter 100° kommt. Bei zu lebhaftem Sieden kann sogar ein Druck in diesem Körper entstehen, welcher das Einfließen des Saftes hindert (s. unten). Wird im ersten Körper eine Luftleere erzeugt, indem man den Dampf aus dem Heizraume des zweiten Körpers rascher, durch eine Brüdenpumpe, wegnimmt, so braucht aber der Maschinendampf keine höhere Temperatur als 100° zu haben, also nicht Ueberdruckdampf zu sein, und man vermindert dann nicht die mechanische Wirkung des Dampfes in der Dampfmaschine; ja der Dampf kann dann selbst mit Unterdruck, mit niederer Temperatur als 100° eintreten.

Auch wenn die Verdampfung in dem Apparate in vollem Gange ist, muß die Pumpe, welche das warme Wasser wegzieht, zugleich noch Luft mitnehmen, da

durch den Saft und namentlich durch das Einspritzwasser stets Luft in den Apparat gelangt, welche entfernt werden muß, soll sich die erforderliche Luftleere erhalten. Die Pumpe wird deßhalb die nasse Luftpumpe genannt, weil sie neben Wasser die Luft zugleich wegnimmt. Sie muß eine sorgfältig gebaute und kräftig wirkende Saugpumpe sein, denn von ihrer Wirkung hängt der Erfolg des Kochens hauptsächlich ab.

Die drei Körper des Apparates enthalten in der Praxis nicht alle gleichen Saft; der erste Körper enthält den dünnsten, der zweite konzentrirteren Saft, der dritte Körper noch konzentrirteren. Das Verdampfen ist nämlich in dem ganzen Apparate ein ununterbrochenes, d. h. der Saft durchzieht den ganzen Apparat; es fließt fortwährend in den ersten Körper der zu verdampfende Saft ein, und aus dem dritten Körper der eingedampfte Saft ab. *a* (Fig. 97) ist das Rohr, durch welches der Saft aus einem Saftbehälter dem ersten Körper zugeführt wird; durch *bc* geht er aus dem ersten Körper in den zweiten über, durch *de* aus dem zweiten in den dritten. Aus diesem fließt endlich der Saft durch *f* in den Saftheber (Montejus) *g*, aus welchem er beliebig weiter befördert wird. Zufluß und Abfluß des Saftes können durch Hähne regulirt werden.

Da in dem Körper 3, wie wir wissen, eine beträchtliche Luftleere stattfindet, so kann aus diesem Körper begreiflich der Saft nur dann in den Saftheber fließen, wenn in demselben mindestens eine ebenso starke Luftleere vorhanden ist, wie in dem Körper selbst. Der Saftheber wird deßhalb zuvor dadurch luftleer gemacht, daß man aus ihm die Luft durch Dampf austreibt und ihn dann mit dem Kondensator in Verbindung setzt, wozu das Rohr *ii* vorhanden ist. Das einfachste Mittel aber, dem Saftheber die gleiche Luftleere wie dem Körper 3 zu geben, ist, den Saftdampfraum dieses Körpers mit dem Luftraume des Hebers durch eine Röhre in Verbindung zu setzen. Die Luftpumpe wirkt dann auf beide in gleicher Weise.

h ist das Rohr, durch welches die Körper vollständig entleert werden können, indem man den Saft aus jedem Körper in den Saftheber abläßt.

p sind die Standzeiger der Körper.

r ist die Vorrichtung, um den Körpern, behufs der Bestimmung der Konzentration, Proben des Saftes entnehmen zu können. Ein zilindrischer Behälter läßt sich, wie ein Standzeiger, mit dem Körper in Verbindung setzen; hat er sich mit Saft gefüllt, so schließt man ihn von dem Körper ab und öffnet einen Lufthahn, wonach unten der Saft ausgelassen werden kann.

ss Gläser zum Einsehen in den Apparat (Glasaugen). Diesen gegenüber befinden sich ebenfalls solche Gläser, vor denen eine Flamme brennt, durch welche also der Inhalt der Körper beleuchtet wird.

t kleiner Trichter mit Hahn, zum Einlassen von Fett (Butter) oder Paraffin in die Körper (Butterhahn). Schäumt nämlich der Saft beim Kochen so stark, daß Ueberkochen droht, so beseitigt man diesen Uebelstand durch Einlassen von ein wenig Fett in den Körper.

t' Rohr zum Einlassen von Luft in die Körper mittelst des unten daran befindlichen Hahns (Lufthahn). Der Butterhahn kann indeß zugleich als Lufthahn dienen.

u Thermometer, welches die Temperatur des siedenden Saftes zeigt.

v Barometer (abgekürztes), welches den Betrag der Verminderung des Druckes in jedem Körper über dem siedenden Safte, den Grad der sogenannten Luftleere erkennen läßt. Die Zahlen der Skala entsprechen natürlich Zahlen der Höhe der Queckſilberſäule; ſie ſind aber leider durch die Sitte verkehrt geſtellt. Man lieſt an der Skala, von unten nach oben zu, die Zahlen 28, 27, 26, 25, 24 u. ſ. w., anſtatt daß man die Zahlen 0, 1, 2, 3, 4 u. ſ. w. leſen ſollte. Sinkt das Queckſilber im Barometer auf 24, ſo ſagt man, die Luftleere beträgt 24 Zoll, was bedeuten ſoll, daß der gewöhnliche Druck von 28 Zoll Queckſilberhöhe um 24 Zoll vermindert iſt. Es wäre richtiger, zu ſagen, der Druck im Apparate beträgt 4 Zoll Queckſilberhöhe. Statt der Queckſilber- werden jetzt meiſtens Zeigermanometer benutzt.

Bei der Stellung und Einrichtung des Kondenſators, wie ſie die Abbildung zeigt und wie ſie beſchrieben iſt, muß, wie angegeben, die ſehr bedeutende Menge warmen Waſſers, welche aus dem in den Kondenſator eintretenden Dampfe und dem einſpritzenden kalten Waſſer entſteht, durch die „naſſe“ Luftpumpe weggezogen werden. Iſt das Einſpritzwaſſer hart, ſo finden, wenn daſſelbe durch den Dampf erwärmt wird, Ausſcheidungen ſtatt, welche in die Pumpe gelangen, den Gang derſelben ſtören und jedenfalls eine häufige Reinigung derſelben nöthig machen. Daß die Pumpe unausgeſetzt thätig ſein muß, um das Kondenſations- und das kondenſirte Waſſer fortzuſchaffen, iſt erklärlich.

Es läßt ſich nun aber dem Kondenſator ſehr leicht die Stellung und Einrichtung geben, daß das warme Waſſer aus demſelben von ſelbſt abfließt, daß alſo die naſſe Luftpumpe überflüſſig wird. Bringt man nämlich den Kondenſator ſo hoch an, daß das Rohr für das zu entfernende warme Waſſer eine Länge von über 10,3 M. (32 Fuß) erhalten kann, giebt man alſo dem Rohre dieſe Länge von etwa 11 bis 12 M. oder 36 bis 38 Fuß, und läßt man es unten in ein kleines, mit Waſſer gefülltes Becken treten, ſo iſt der Zweck erreicht. Wenn nämlich der Apparat durch eine oben mit dem Kondenſator in Verbindung ſtehende trockne Luftpumpe (die weniger Kraft beanſprucht als die naſſe) luftleer gemacht wird, ſo kann das Waſſer, welches dann aus dem Becken in das Rohr aufſteigt, nicht höher als 10 M. ſteigen. Das Rohr ſtellt dann, mit dem Becken, ein Waſſerbarometer dar, die Atmoſphäre vermag darin das Waſſer nicht höher als 10 M. zu drücken, weil eine 10 M. hohe Waſſerſäule dem Drucke der Atmoſphäre das Gleichgewicht hält. Fließt nun, wenn der Apparat in Thätigkeit iſt, das durch die Kondenſation entſtandene warme Waſſer oben in das Waſſerrohr, ſo fließt eine entſprechende Menge Waſſer unten aus dem Becken ab, das Waſſer erhält ſich in dem Rohre auf einer Höhe, welche von dem Betrage der Luftleere in dem Apparate abhängt, und alſo niemals über 10,3 M. ſein kann.

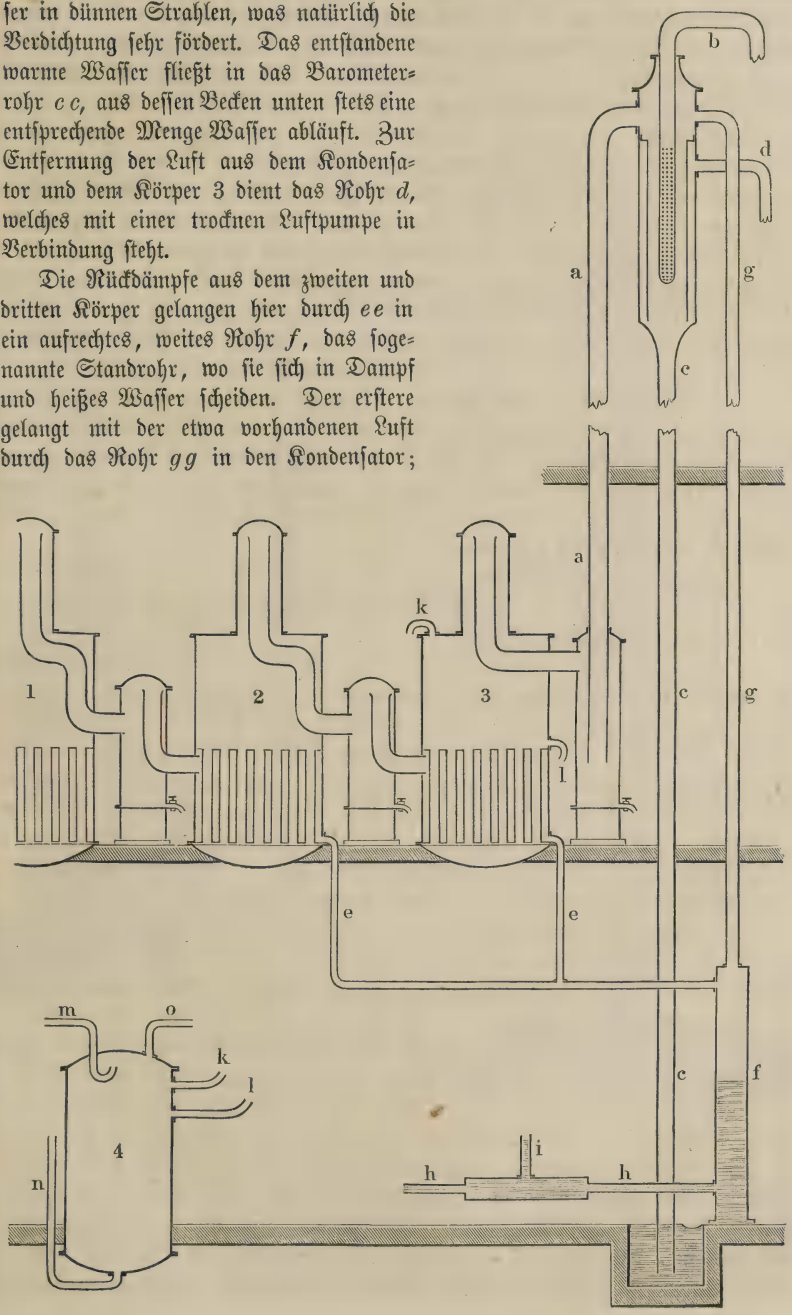
Die Skizze, Fig. 99', zeigt dieſe Einrichtung, und zugleich eine Vorrichtung, die Rückdämpfe aus den Heizräumen des zweiten und dritten Körpers fortzuſchaffen.

Der Dampf gelangt aus dem dritten Körper in den Ueberſteiger, geht aus dieſem durch das weite Rohr *a* in die Höhe und in den Kondenſator, wo er von dem einſpritzenden kalten Waſſer verdichtet wird. Das Einſpritzrohr *b* iſt unten

siebartig durchlöchert, liefert also das Wasser in dünnen Strahlen, was natürlich die Verdichtung sehr fördert. Das entstandene warme Wasser fließt in das Barometerrohr *c c*, aus dessen Becken unten stets eine entsprechende Menge Wasser abläuft. Zur Entfernung der Luft aus dem Kondensator und dem Körper 3 dient das Rohr *d*, welches mit einer trocknen Luftpumpe in Verbindung steht.

Die Rückdämpfe aus dem zweiten und dritten Körper gelangen hier durch *e e* in ein aufrechtes, weites Rohr *f*, das sogenannte Standrohr, wo sie sich in Dampf und heißes Wasser scheiden. Der erstere gelangt mit der etwa vorhandenen Luft durch das Rohr *g g* in den Kondensator;

Fig. 99.



das letztere wird durch das Rohr *h* von einer Pumpe weggezogen, nachdem es durch etwas kaltes Wasser, das in eine Erweiterung des Rohres durch *i* einfließt, etwas abgekühlt ist, was der Pumpe die Arbeit erleichtert. Bei großer Härte des durch *i* einfließenden Wassers bildet sich in dem Rohre *h* sehr bald eine bedeutende Inkrustation, so daß es wöchentlich ein paar Mal ausgeklopft werden muß.

Das direkte oder indirekte Einleiten des im Heizraume des zweiten und dritten Körpers verdichteten Brüdenwassers (Saftdampfes) in den Kondensator verursacht dessen Verlust und man läßt es daher entweder frei ablaufen, oder saugt es mittelst einer besonderen Pumpe, der Brüdenpumpe, ab, um es als reines Wasser zu verwenden, eine Einrichtung, welche bei jedem Verdampfapparate getroffen werden kann; da aber im ersteren Fall (dem freien Ablaufe des Brüdenwassers) im ersten Körper keine Luftleere stattfindet, so muß hier der Saftumlauf durch höhere Aufstellung des Saftbehälters bewirkt und Dampf von einiger Spannung, nämlich von über 100°, angewandt werden.

Der Saftheber 4 für den aus dem Apparate kommenden Saft steht durch das Rohr *k k* mit dem Dampfraum des dritten Körpers, und dadurch mit dem Kondensator in Verbindung, so daß in demselben stets dieselbe Luftleere wie in diesem Körper stattfindet. Durch *l* fließt der eingedampfte Saft aus dem Körper in den Heber. *m* ist das Dampfrohr, *n* das Steigrohr für den Saft. *o* das Rohr zum Auslassen des Dampfes.

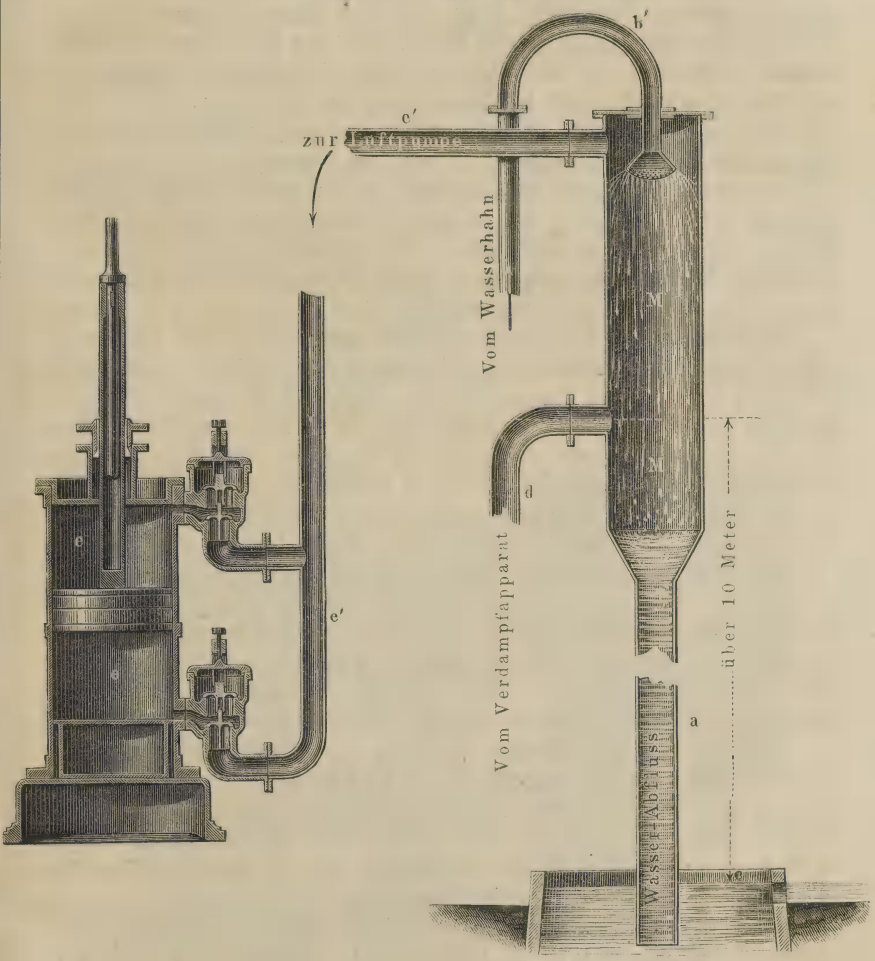
Zur größeren Verdeutlichung dieser Einrichtung der „trocknen Luftpumpe“ mit Barometerrohr kann die Fig. 100 dienen, welche dieselbe in der Art darstellt, wie sie vielfach ausgeführt wird.

Das Wasser tritt durch das Rohr *b'* mit der Brause in den Kondensator *M*, welcher in einer solchen Höhe angebracht ist, daß das Fallrohr *a* bis zum Spiegel des Wasserabflusses bei *c* über 10 Meter Höhe hat. Die im Verdampfapparat entwickelten Dämpfe treten durch das Rohr *d* in den Kondensator, um hier verdichtet zu werden. Das Wasser erfüllt das Rohr *a*, während aus dessen oberen Theile durch das Rohr *e' e'* vermittelst der Luftpumpe *e e* die Luft abgesaugt wird, so daß das Fallrohr *a* ein Wasserbarometer darstellt, welches unten durch Eintauchen in das Wasser geschlossen ist; eine der oben zuströmenden entsprechende Wassermenge muß bei *c* ununterbrochen fortfließen.

Die Luftpumpe hat sonach zunächst die Luftverdünnung („Luftleere“) in dem Kondensator und Fallrohre herzustellen und ferner dieselbe dauernd zu erhalten; zugleich bewirkt sie das Einströmen des Wassers durch die Brause aus einem in der Nähe aufgestellten Behälter; das Wasserrohr aus demselben führt nicht unmittelbar zum Kondensator, sondern erst in die Nähe des Verdampfapparates und dann nach *M*, damit durch einen Hahn der Wasserzutritt durch den die Verdampfung Leitenden regulirt werden kann. Die Luftpumpe kann durch *e'* kein Wasser ansaugen, da die Einmündung von *e'* viel höher liegt, als die Oberfläche der Wassersäule in *a*, welche durch den Atmosphärendruck selbst bei vollkommener Luftleere nicht über 10 Meter gehoben werden kann. Die Höhe dieser Wassersäule entspricht in jedem Augenblicke der durch die Luftpumpe unterhaltenen Luftverdünnung. Daß auch hier die Pumpe fortwährend wirksam sein muß, liegt an dem Luftgehalt der aus den Säften entwickelten Dämpfe, den unvermeidlichen,

wenn auch geringen Undichtigkeiten des ganzen Apparates mit allen Leitungen und an der in dem Einspritzwasser gelösten Luft, die in Folge der Luftverdünnung fast ununterbrochen austritt. Wasser löst bei 0° 2,47 Proz., bei 10° 1,95 Proz. und bei 20° 1,7 Proz. seines Volumens an atmosphärischer Luft auf,

Fig. 100.



wovon ein der bewirkten Luftverdünnung entsprechender Antheil frei wird, so daß, wenn die Luftverdünnung $^4/_5$, d. h. also der verbleibende Druck noch 152 Mm. (5,6 Zoll oder, „die Luftleere 22,4 Zoll") beträgt, $^4/_5$ dieser Menge, also beiläufig 1,6 Proz. des Wasservolumens an Luft aus dem Wasser entweichen. Es mag bemerkt werden, daß diese Menge sich der Verminderung des Druckes entsprechend

ausdehnt, in dem angeführten Beispiele um das Vierfache, so daß also unter dieser Voraussetzung 6,4 Proz. des Wasservolums an (verdünnter) Luft zu entfernen sind.

Bei dem Fertigkochen im Vakuumapparat, welches nur eine Fortsetzung des Verdampfens im letzten Körper ist, können ebenso trockne oder nasse Luftpumpen, im ersteren Falle Barometer- oder Fallröhren in Anwendung kommen.

Denkt man sich in den vorstehend beschriebenen Apparaten oder Dreikörpern den mittleren Körper weg, so hat man einen Apparat mit zwei Körpern oder einen Zweikörper. Der erste Körper erhält den Dampf aus dem Dampfsammler (Rückdampf), der zweite Körper, welcher dem dritten der Apparate mit drei Körpern entspricht, erhält den Dampf aus dem ersten. Da, wie wir wissen (S. 211), die Schnelligkeit der Verdampfung, bei gleicher Heizfläche und unter sonst gleichen Umständen, abhängig ist von dem Unterschiede der Temperaturen der siedenden Flüssigkeit und der Heizfläche, und da dieser Unterschied in einem Apparate mit zwei Körpern eben so groß ist, wie in einem Apparate mit drei Körpern, vorausgesetzt, daß der Rückdampf und der Saft im letzten Körper dieselbe Temperatur in beiden Apparaten haben, so kann ein Apparat mit zwei Körpern eben so viel leisten, das heißt ebenso viel verdampfen, wie ein Apparat mit drei Körpern.

Angenommen, die Temperatur des Rückdampfs sei 106° und der Saft im ersten Körper eines Apparates mit drei Körpern siede bei 100°, so ist hier der Unterschied der fraglichen Temperaturen 6°. Siedet in dem zweiten Körper des Apparates der Saft bei 85°, so beträgt hier der Unterschied der Temperaturen 15°, denn der zweite Körper wird durch den Dampf aus dem Safte des ersten Körpers geheizt. Im dritten Körper ist der Unterschied 25°, wenn hier der Saft bei 60° siedet, denn der Saft wird durch Dampf von 85° aus dem zweiten Körper verdampft. Die Summe aller Unterschiede ist also 46°.

In einem Apparate mit zwei Körpern ist im ersten Körper, wenn der Saft hier auch bei 100° siedet und wenn der Rückdampf auch die Temperatur von 106° hat, der Unterschied ebenfalls 6°. In dem zweiten Körper beträgt dieser Unterschied aber 40°, wenn der Siedepunkt des Saftes darin bei 60° liegt, denn dieser Saft wird mit Dampf von 100°, nämlich mit dem aus dem ersten Apparate verdampft. Die Summe der Unterschiede ist hier wieder 46°.

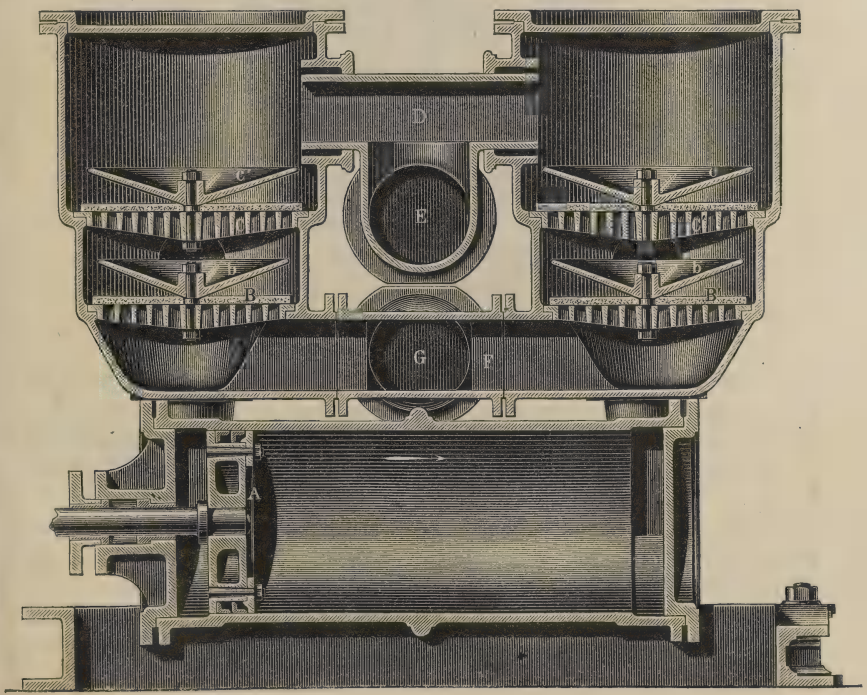
Es ändert sich diese Summe auch nicht, wenn der Siedepunkt des Saftes im ersten Körper auf 90° herabgedrückt wird; der Unterschied steigt dann hier um 10° und fällt im zweiten Körper um eben so viel; die Summe ist wieder 46°. Diese Erniedrigung des Siedepunktes des Saftes im ersten Körper ist aber für die Apparate mit nur zwei Körpern sehr wichtig, weil sie eine gleichmäßige Verdampfung in beiden Körpern zur Folge hat, die nicht stattfinden kann, wenn im zweiten Körper der Temperaturunterschied 40°, im ersten aber nur 6° ist. Die Erniedrigung wird leicht durch eine Brüdenpumpe erreicht, welche aus dem Heizraume des zweiten Körpers den Brüden wegholt und so den Druck im Dampfraume des ersten Körpers ermäßigt, hier eine Luftleere hervorbringt (vergl. oben).

Die Größe der Temperaturunterschiede zwischen dem siedenden Safte und dem heizenden Dampfe bedingt, wie gesagt, die Schnelligkeit der Verdampfung. Je höher die Temperatur des heizenden Dampfes im Vergleich mit der Temperatur des zu verdampfenden Saftes ist, desto rascher giebt der Dampf, durch die

heizende Fläche hindurch, die Wärme an den Saft ab. Auf die Menge des Saftes, welche der Dampf zu verdampfen vermag, hat aber dieser Temperaturunterschied, und die Temperatur des Dampfes keinen Einfluß, denn die Summe der latenten (gebundenen) und freien Wärme ist im Dampfe von den verschiedensten Temperaturen sehr nahe dieselbe. Dampf von 100^0 enthält 100 Wärmeeinheiten frei, 540 Wärmeeinheiten latent, zusammen 640 Wärmeeinheiten; Dampf von 90^0 enthält 90 Wärmeeinheiten frei, 550 Wärmeeinheiten latent, also ebenfalls 640 Wärmeeinheiten u. s. w. Heißer Dampf verdampft nicht mehr Saft als weniger heißer, er verdampf den Saft nur rascher.

Große Verschiedenheit kommt bei der speziellen Einrichtung des Kondensators vor, namentlich ist die Form, in welcher das Einspritzwasser mit dem Dampfe in Berührung gebracht wird, sehr abweichend. Ist das Einspritzrohr siebartig durchlöchert (*b* in der Skizze S. 217), in welchem Falle es das Wasser in Gestalt eines Regens liefert, so zeigt sich bei hartem Wasser der Uebelstand, daß die kleinen Oeffnungen durch die Ausscheidungen aus dem Wasser (Wasserstein) sehr schnell verstopft werden; man muß sie daher häufig ausbohren. Man läßt auch das Wasser aus einer Spalte als dünne Fläche, als Wasserhaut, ausströmen, deren Form von der Art und Weise abhängig ist, wie die Spalte gebildet wird. Durch eine Stellvorrichtung kann sie erweitert und verengert werden; verengert sie sich durch Inkrustation, so braucht man sie nur durch die

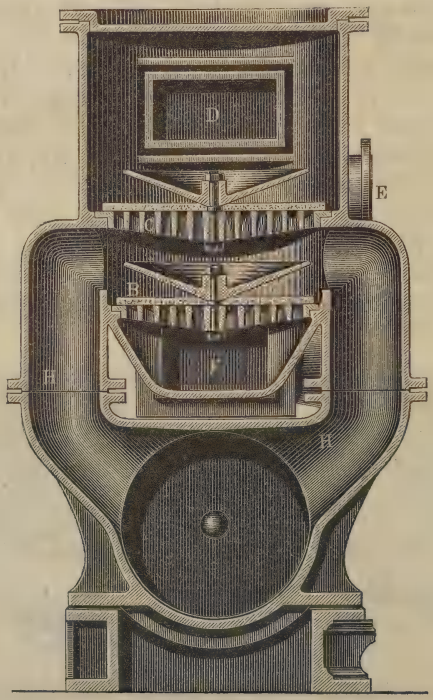
Fig. 101.



Stellvorrichtung zu erweitern. Diese dient denn auch zum Reguliren der Menge des Einspritzwassers, von welcher der Betrag der Luftleere bedingt ist.

Die Einrichtung einer nassen Luftpumpe wird aus den beiden Zeichnungen Fig. 101 (a. v. S.) und Fig. 102 deutlich, welche eine solche in zwei senkrechten Schnitten darstellt, wie sie jetzt vielfach ausgeführt wird. Die Pumpe ist eine doppeltwirkende und ihr Kolben steht in unmittelbarer Verbindung mit der Stange des Dampfkolbens der Betriebsmaschine, dessen Hin- und Herbewegung sie ohne irgend welche Uebertragung mitmacht.

Fig. 102.



A ist der Pumpenkolben; wenn derselbe sich in der Richtung des Pfeiles bewegt, so hebt sich die Gummiklappe des Saugventils *B* bis zu dem ihren Hub begrenzenden Klappenfänger *b*; gleichzeitig hebt sich die Klappe des Druckventils *C'* und läßt die im Zilinder enthaltende Wasser- und Luftmenge durch *D* in das Abflußrohr *E* austreten.

F ist der gemeinsame Saugkanal, welcher durch *G* mit dem Kondensator verbunden ist; durch denselben tritt durch das Ventil *B* Wasser und Luft an die andere Seite des Kolbens.

Beim Rückgang des Kolbens öffnet sich das Saugventil *B'* und das Druckventil *C*.

H, H sind die Verbindungsrohre zwischen dem Ventilkasten und den beiden Enden des Pumpenzilinders.

Der Pumpenkolben hat 0,5 M. Durchmesser und 1 M. Hub.

Es werden jetzt auch vielfach horizontale Verdampfapparate gebaut. Dieselben unterscheiden sich von den vertikalen namentlich durch die verschiedene Anordnung von Saft- und Dampfraum: der Dampf geht bei denselben durch die Röhren und erfüllt daher auch den Raum zwischen den Doppelböden, der Saft befindet sich außerhalb der Röhren und über denselben. Der große Vortheil dieser Einrichtung besteht darin, daß die Röhren und ihre Befestigung in den gelochten Böden leicht zugänglich sind und daß die Röhren nicht so dicht an einander zu liegen brauchen, um eine hinreichende Verdampfungsfläche zu erzielen, die hier wesentlich von der Längenausdehnung der Pfanne bedingt wird. Bei der großen Fläche, welche der Saft einnimmt, und welche auf ihrer ganzen Ausdehnung die Wärme empfängt, ist das Kochen weit weniger stürmisch und das Mitreißen des Saftes daher weniger belangreich.

Die Röhren werden nicht mehr wie sonst durch Vernieten oder Verstemmen, sondern mit Hülfe von eingepreßten Gummiringen in die Bodenplatte gedichtet und sind daher ohne Beschädigung herauszunehmen und zu reinigen.

Die Aufstellung zweier derartiger Verdampfpfannen, als Zweikörper mit allen Leitungen für Wasser und Dampf, der Dampfmaschine mit Wasser-, Luft- und Brüdenpumpe, den Behältern für Saft und Wasser ist aus den Figuren 103 (a. S. 224) (Aufriß) und 104 (a. S. 225) (Plan) ersichtlich. Die Verdampffläche jedes Körpers ist 850 Quadratfuß (84 Quadratmeter) und man nimmt daher an, daß dieser Zweikörper zum Verdampfen des Saftes von etwa 1500 Zentner Rüben in 24 Stunden ausreicht, wenn nur Rückdampf benutzt wird; bei Mitanwendung von direktem Dampf kann man den Saft von einer größeren Menge (bis zu 1900 Ztr.) damit verdampfen.

In den Zeichnungen bedeuten:

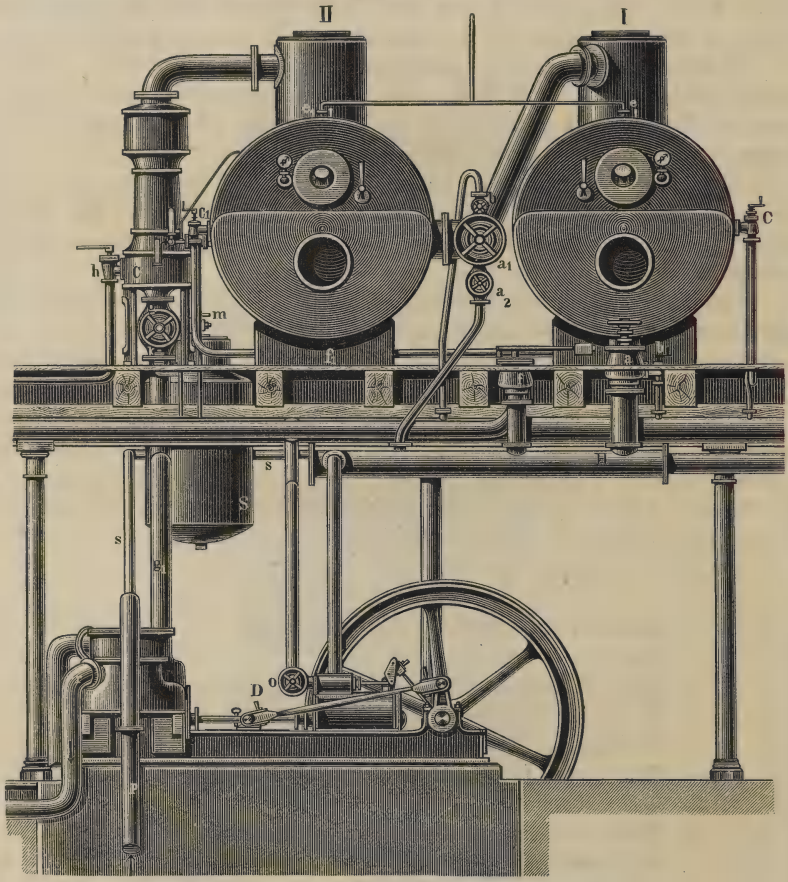
Pfanne I.

a Ventil für die Maschinen- oder Rückdämpfe,
b Ventil für direkten Dampf,
c Ventil für den aus dem Saftbehälter eingesaugten Dünnsaft,
d Ventil zum Ausdämpfen,
e Wasserhahn,
f Regulirventil für den Druck des Rückdampfes,
C Condensator,
g Ventil im Saugrohr der Luftpumpe,
h Hahn am Einspritzrohr,
D Dampfmaschine mit den Pumpen,
o Dampfventil der Maschine,
p Stutzen für den Rückdampf,
p_1 Auswurfrohr der Luftpumpe *L*,
g_1 Saugrohr der Luftpumpe,
s Saugrohr der Brüdenpumpe *B*,
s_1 Auswurfrohr derselben,
f Sicherheitsventil, nach der Heizung führend.

Pfanne II.

a_1 Ventil für den Brüdendampf aus I,
a_2 Ventil für Rückdämpfe,
b_1 Ventil für direkten Dampf,
c_1 Ventil für den Saft aus I,
d_1 Ventil zum Ausdämpfen,

Fig. 103.

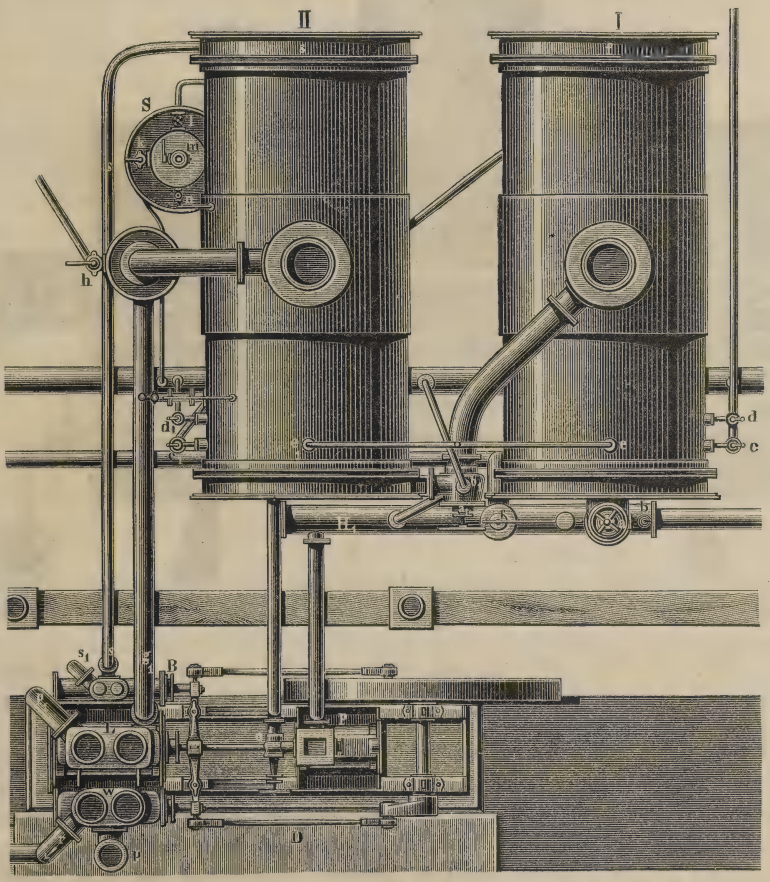


e_1 Wasserhahn,
f_1 Drosselklappe im Saugrohr der Brüdenpumpe,
$s\,s$ Leitung des Brüdenwassers zur Brüdenpumpe,
S Saftheber,
k Dampfhahn,
l Ventil für den eintretenden Saft,
m Hahn für den aufsteigenden Saft,

n Lufthahn,
W Wasserpumpe,
p Saugrohr, *r* Druckrohr.

Das Einspannen der Heizröhren zwischen die beiden gelochten Böden hat den Nachtheil, daß bei der Unfähigkeit der Röhren, sich je nach den Temperaturen, welchen sie ausgesetzt sind, beliebig auszudehnen, leicht Undichtigkeiten entstehen.

Fig. 104.

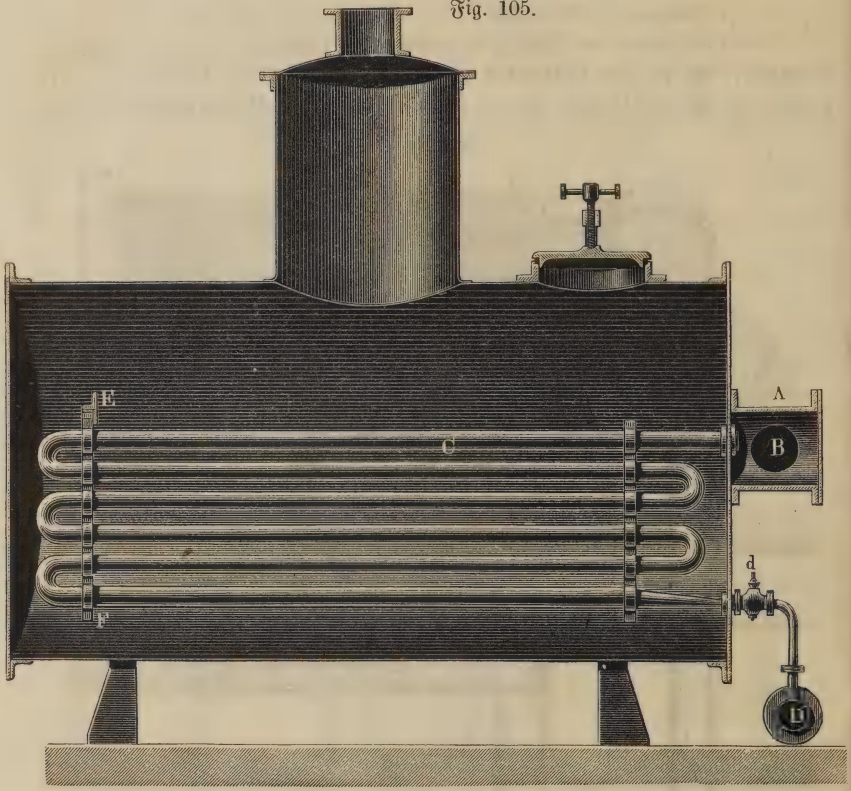


Es ist dies besonders bei den stehenden Apparaten mit verhältnißmäßig kurzen Röhren der Fall, während die langen Röhren der horizontalen Verdampfer schon eher eine Formveränderung in Folge des Längerwerdens erleiden dürfen; dennoch ist auch hier der Uebelstand stets vorhanden.

Es sind aus diesem Grunde, so wie auch, um die Zahl der Verbindungsstellen der Heizröhren mit der Bodenplatte überhaupt zu vermindern, häufig die geraden Röhren durch Schlangen ersetzt worden, bei welchen außerdem die

Neigung aller Theile den Abfluß des kondensirten Wassers beschleunigt. Fig. 104 zeigt einen solchen Verdampfkörper im Längenschnitt.

Fig. 105.



Ueber das Verdampfen der Säfte in diesen Apparaten ist nur wenig dem hinzuzufügen, was bei der Beschreibung derselben gesagt ist. Der Saft durchfließt den Apparat; der saturirte und filtrirte Dünnsaft tritt kontinuirlich in den ersten Körper ein, aus dem zweiten oder dritten Körper fließt kontinuirlich Dicksaft ab. Je nach der Konzentration, welche der Dicksaft haben soll, meistens heiß gewogen, 45 bis 50 Proz., wird der Durchfluß regulirt. Man läßt lebhaft sieden, verhütet aber möglichst Uebersteigen; das Dampfventil gestattet hier, wie bei allen Dampfkochungen, die genaueste Regulirung, und durch etwas Fett (Oel, Butter) oder Paraffin mildert man die Gefahr des Uebersteigens. Die Luftleere im letzten Körper wird durch die Menge des Einspritzwassers im Kondensator regulirt. Je niedriger die Temperatur in diesem Körper ist, desto niedriger wird sie im Allgemeinen auch in dem vorhergehenden, weil der Heizraum jedes folgenden Körpers als Kondensator für die Dämpfe aus dem vorhergehenden wirkt. Daß die Verbindung des Heizraumes mit dem Kondensator oder mit der Brüdenpumpe ebenfalls ihre Wirkung thut, versteht sich von selbst.

Aus dem letzten Körper tritt der Dicksaft mit der der bewirkten Luftverdünnung entsprechenden Siedetemperatur. Es würde aber fehlerhaft sein, ihn bei dieser, die selten über 80° beträgt, zur Filtration zu bringen, da die Wirkung dieser durch die Siedetemperatur erhöht und die Haltbarkeit der Säfte durch niedere Temperaturen beeinträchtigt wird. Man schickt daher den Dicksaft nicht direkt aus dem Verdampfapparate auf die Filter, sondern erhitzt ihn vorher in Pfannen mit geschlossener Dampfschlange zum Kochen. Es wird bisweilen vor der Erhitzung etwas Blut zugesetzt, um eine mechanische Klärung zu bewirken; jedenfalls ist es gut, den aufgekochten Saft durch Sackfilter zu filtriren, um so weit wie thunlich mechanische Verunreinigung der Knochenkohle, sowie Verstopfung der oberen Schichten zu verhüten.

Ungeachtet jetzt wohl nie anderer Saft als saturirter und filtrirter in den Apparat kommt, treten doch immer Ausscheidungen ein. Dieselben bestehen aus Kalkverbindungen, welche in dem Maße, als das Lösungsmittel beim Verdampfen weggeht und sich die Temperatur erniedrigt, nicht gelöst bleiben können und außerdem aus solchen, welche während des Verdampfens, in Folge fortschreitender Zersetzung von Nichtzucker, gebildet werden. Sie entstehen deßhalb um so reichlicher, je kalkhaltiger der Saft ist. Die Beseitigung der Inkrustation geschieht auf mechanischem Wege oder auf chemischem, indem man den Apparat mit verdünnter Sodalösung und dann mit salzsäurehaltigem Wasser auskocht. Dem sauren Wasser muß sofort reines Wasser oder Dampf folgen[1]).

2) Das Verkochen.

Allgemeines. Der filtrirte Dicksaft (Klärsel, Kochkläre) ist keine reine Zuckerlösung. Die chemische Natur des organischen Nichtzuckers ist wenig gekannt; man sagt eben nur, daß der organische Nichtzucker aus stickstofffreien und stickstoffhaltigen Stoffen besteht; unter den letzteren finden sich Asparaginsäure und das Alkaloid der Rüben. Der anorganische Nichtzucker wird von den verschiedenen Salzen, namentlich der Alkalimetalle (Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaurem Kali ꝛc.) und von Alkalien gebildet. Karamelisirter Zucker, durch die Erhitzung entstanden, kommt bisweilen im Klärsel vor.

Um krystallisirbaren Zucker aus einer Lösung krystallisirt zu erhalten, kann man zwei Wege einschlagen: Entweder verdampft man die Lösung langsam in gelinder Wärme, wo sich dann Krystalle in dem Maße ausscheiden, als das Lösungsmittel, das Wasser, verdunstet, oder man kocht die Lösung so weit ein, daß der Zucker nur durch die hohe Temperatur in Lösung erhalten wird und beim Erkalten der eingekochten Lösung auskrystallisiren muß, weil er in der kalten Flüssigkeit weit weniger löslich ist, als in der siedend heißen. Auf dem ersten Wege, bei der

[1]) Man lasse nie salzsäurehaltiges Wasser in dem Apparate stehen, lasse wenigstens nie einen Arbeiter in den Apparat steigen, wenn salzsäurehaltiges Wasser in dem Apparate gestanden hat, bevor derselbe ausgedämpft ist. Bei der Einwirkung des sauren Wassers auf das Eisen des Apparates kann sich Wasserstoffgas entwickeln, welches mit der Luft des Apparates Knallgas giebt, das dann beim Einsteigen durch die Lampe entzündet werden kann.

langsamen Kristallisation, haben die Kristalle hinreichend Zeit, sich auszubilden und zu vergrößern, zu wachsen; man erhält größere, kandisartige Kristalle. Auf dem zweiten Wege, bei der raschen Kristallisation, erfolgt die Kristallbildung so schnell, daß nur kleine Kristalle entstehen, um so kleinere, je rascher die Lösung erkaltet, und namentlich, wenn man dieselbe während der Kristallisation rührt oder diese stört.

Enthält die Lösung neben Zucker auch Nichtzucker, wie das Klärsel, so geht von dem Nichtzucker entweder nichts oder doch nur sehr wenig in die Zuckerkristalle ein; diese Stoffe bleiben, sowohl bei der langsamen als auch bei der raschen Kristallisation, in dem nicht kristallisirten Antheile der Lösung zurück, und läßt man diesen Antheil der Lösung vollständig von den Kristallen abfließen oder trennt man denselben auf andere Weise von den Kristallen, so werden diese letzteren rein.

Es ist nicht möglich, aus einer solchen, neben Zucker auch Nichtzucker enthaltenden Zuckerlösung, die ganze Menge des Zuckers kristallisirt zu erhalten, theils weil man in der Lösung so viel Lösungsmittel (Wasser) zurücklassen muß, daß der Nichtzucker gelöst bleibt, dieses Wasser aber auch Zucker zurückhält, theils weil der Nichtzucker eine gewisse Menge des Zuckers am Kristallisiren hindert. Die von den Kristallen ablaufende Flüssigkeit ist also nicht allein eine Lösung von Nichtzucker, sondern auch eine konzentrirte Zuckerlösung. Man nennt sie bekanntlich Sirup. Durch erneutes Verdampfen derselben lassen sich daraus noch Zuckerkristalle erhalten, wenn die Menge des Nichtszuckers darin nicht so bedeutend ist, daß sie allen Zucker am Kristallisiren hindert.

Fließt der Sirup nicht vollständig von den Zuckerkristallen ab, oder wird er nicht auf andere Weise von diesen vollständig getrennt, so sind die Kristalle natürlich durch anhängenden Sirup verunreinigt, und ist dieser gefärbt, so erscheinen auch die Kristalle gefärbt. Werden die unreinen Kristalle wieder gelöst und wird die Lösung wieder zur Kristallisation verdampft, oder umkristallisirt, so entstehen reine oder reinere Kristalle, weil jetzt begreiflich die Menge des Nichtzuckers weit geringer ist, als in der früheren Lösung.

Das Vorstehende zeigt deutlich, wie aus dem Dicksafte der Rübenzuckerfabriken der Zucker zu gewinnen ist. Man dampft ihn so weit ein, daß der Zucker kristallisirt, möglichst viel Zucker in Kristallen abgeschieden wird und daß der Nichtzucker möglichst vollständig im Sirupe zurückbleibt. Der Sirup wird wiederum eingedampft; er giebt eine zweite Kristallisation (zweites Produkt); der davon ablaufende Sirup liefert, wiederum verdampft, noch Kristalle (drittes Produkt) ꝛc.

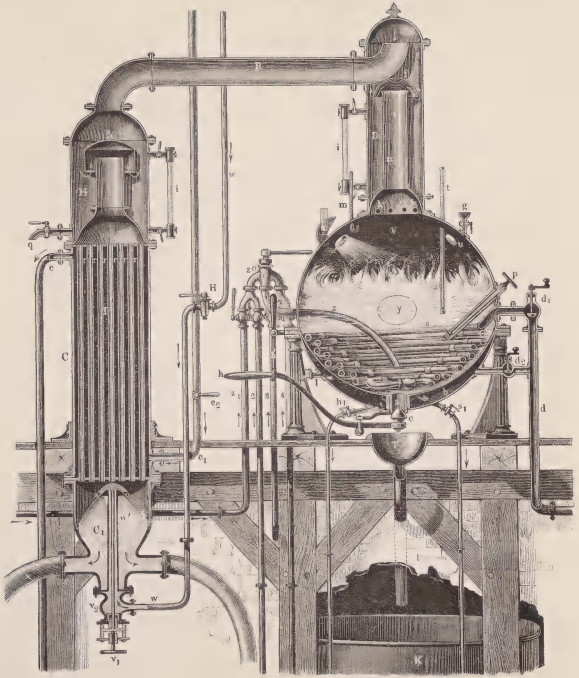
Jedesmal dampft man das Klärsel beim Siedepunkte so weit ein, daß der Zucker nur noch bei der hohen Temperatur in Lösung erhalten wird und sich also beim Erkalten in Kristallen ausscheiden muß.

Das Eindampfen des von den Kohlenfiltern kommenden Klärsels bis zu dem Punkte, wo nach dem Erkalten der Zucker auskristallisirt, dem Kristallisationspunkte, wird nun das Kochen genannt. Es ist eine Fortsetzung des Verdampfens.

Das Klärsel ist eine konzentrirte Zuckerlösung, der Siedepunkt desselben

(Zu Seite 229.)

Fig. 106.



steigt beim Verkochen in offenen Pfannen gegen das Ende über 112^0; die Gefahr der Umänderung des Zuckers in unkristallisirbaren Zucker, durch Karamelisirung, ist daher sehr groß. Man führt daher das Kochen im luftverdünnten Raume, in dem Vakuumapparate oder der Vakuumpfanne aus, in denen das Klärsel bei weit niederer Temperatur kocht, als in offenen Pfannen, was die Gefahr der Veränderung bedeutend vermindert und eine größere Ausbeute an kristallisirtem Zucker aus dem Klärsel ermöglicht.

Die wesentliche Einrichtung der Vakuumapparate ist aus Früherem vollkommen bekannt: der letzte Körper des Verdampfapparates ist nämlich ein Vakuumapparat, und das seiner Konstruktion zu Grunde liegende Prinzip ist oben erläutert worden. Der Zweck ist aber hier nicht Dampfersparniß, sondern die Verhütung des schädlichen Einflusses der hohen Siedetemperatur.

Der Kochapparat oder das Vakuum. Fig. 106 stellt alle wesentlichen Theile eines neueren Vakuumapparates dar. Das Kochgefäß V (die Kochpfanne, das Vakuum, der Apparat schlechthin) hat, wie man in der Figur sieht, keine Aehnlichkeit mit den Körpern des Verdampfapparates, seine Form nähert sich meist mehr oder weniger einer Kugel. Auf demselben befindet sich der zilindrische Aufsatz D, der Dom, welcher das Uebersteigen des kochenden Saftes möglichst verhüten soll. Vom oberen Theile des Doms ab führt das Rohr R die Dämpfe in den Uebersteiger H, aus welchem sie dann in den Kondensator C gelangen.

Die Flüssigkeiten treten in das Vakuum V durch das Rohr z, den Hahn z^0 (Saughahn) und die Rohre z_1, z_2, z_3, z_4 (Saugrohre), welche letzteren die verschiedenen zu verkochenden Säfte und Sirupe, oder Wasser, zum Reinigen des Vakuums, aus betreffenden Behältern zuführen.

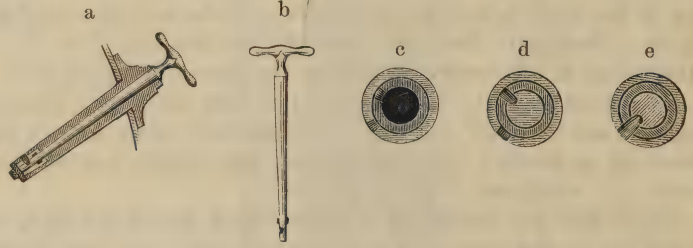
Das Erhitzen der Flüssigkeiten geschieht mittelst direkten Dampfes, welcher durch das vom Hauptdampfrohre sich abzweigende Rohr d aus dem Dampfkessel zugeleitet wird. Der Dampf kann durch den Hahn d_1 in die Dampfspirale s (die Dampfschlange) durch den Hahn d_2 in den Raum b geleitet werden, welcher, wie bei den Scheidepfannen, von dem Boden des Vakuums und einem diesen umgebenden Mantel gebildet wird; man nennt ihn Doppelboden. Das Retourrohr s_1 führt das kondensirte Wasser und den nicht kondensirten Dampf aus der Schlange s weg, der Retourhahn b_1 aus dem Doppelboden b. l ist ein Lufthahn zum Auslassen des Dampfes und Einlassen von Luft, wenn schnelle Mäßigung der Temperatur erforderlich ist.

t das Thermometer; m das Barometer, statt dessen jetzt häufig ein Federmanometer vorhanden ist; g der Lufthahn, Fetthahn, um Luft oder Fett oder Paraffin einzulassen, zum Verhüten des Uebersteigens stark schäumender Säfte; u und u' die Glasaugen, u' beleuchtet durch eine Lampe oder Gasflamme, u zum Hineinsehen, Beobachten der kochenden und der darangespritzten Masse.

p der sogenannte Probestecher (Stecher, Sonde), die Vorrichtung, um eine Probe des kochenden Inhalts des Vakuums, behufs der Ermittelung der Konzentration und Beschaffenheit, herausnehmen zu können, ohne daß Luft einzudringen vermag. Sie wird sich aus der Abbildung mit Hülfe der nachstehenden Fig. 107 a b c d e verständlich machen lassen. Es geht schräg in den Apparat, luftdicht

mit demselben verschraubt, eine Röhre, welche oben offen, unten geschlossen ist, hier aber an einer Seite einen Ausschnitt, eine Oeffnung, von einigen Zentimetern Länge und Breite hat (Fig. 106 und 107 a). An dieser Stelle steckt in der Röhre ein kurzes Röhrenstück, das sich in der Röhre um die Hälfte eines Kreises drehen läßt und das eine gleiche Oeffnung hat, wie die äußere Röhre, so daß man beide Oeffnungen auf einander stellen kann. Während des Kochens ist die Stellung dieses Röhrenstückes eine solche, daß die beiden Oeffnungen einander nicht decken, sondern die Oeffnung der äußeren Röhre durch die Wand des inneren Röhrenstückes geschlossen ist (Fig. 107 c). Soll Probe genommen werden, so geschieht dies in folgender Weise. Ein metallener Stempel, oben mit einem Griff versehen, Fig. 107 b, paßt mit seinem unteren Theile in das Röhrenstück und hat hier eine Vertiefung (Grube), welche mit den Oeffnungen des Röhrenstückes und der äußeren Röhre korrespondirt, Fig. 107 a. Mit Hülfe zweier Vorsprünge oder hervorragenden Stifte faßt dieser Stempel (der eigentliche Stecher) in Vertiefungen des drehbaren Röhrenstückes, in einer Lage, wo seine Grube und die Oeffnung des Röhrenstückes sich decken, Fig. 107 d. Dreht man nun das Röhrenstück, mittelst des Stechers, um einen Viertelkreis, so kommt die Oeffnung auf

Fig. 107.



diejenige der äußeren Röhre, deckt auch diese Oeffnung, Fig. 107 e, in welcher Lage natürlich die Flüssigkeit, welche sich im Apparate befindet, in die Grube des Stechers fließt. Wird das Röhrenstück wieder in die frühere Lage zurückgedreht, so ist das Innere des Apparates von der Luft wieder abgesperrt, auch wenn der Stecher herausgezogen wird. Die in der Grube des Stechers befindliche geringe Menge Flüssigkeit dient zur Probe, wie es später beschrieben werden wird.

Der Konus *c* (Fig. 106), entweder ganz aus Rothguß und eingeschliffen, oder mit dickem Kautschuk überzogen, schließt die untere Oeffnung *a* des Vakuums luftdicht. Er wird durch den Hebel *h*, welchen der Hebel *h'* (die Gabel) niederdrückt, gegen die Oeffnung gepreßt. Die aus *a* abgelassene Zuckermasse (Füllmasse) fließt durch den Trichter *T* entweder in das große, schalenförmige Gefäß *K*, welches mit einem Doppelboden versehen ist, um den Inhalt durch Dampf erwärmen zu können (den Anwärmer), oder wird in kleinen tragbaren Gefäßen (Füllbecken) aufgefangen, um weiter befördert zu werden. *y* ist das Mannloch des Apparates.

Die innere Einrichtung des Doms *D* ist aus der Abbildung leicht verständlich. Das Rohr *n* verengert die Abzugsöffnung für die Dämpfe; dadurch soll das Ueberkochen erschwert werden. Etwa überkochende Flüssigkeit wird durch die

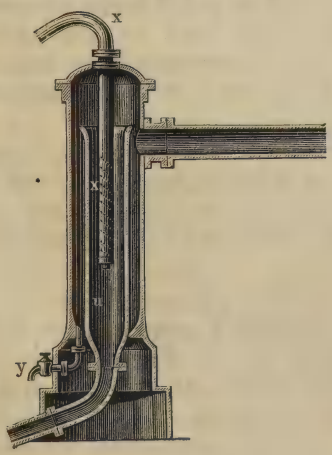
Fangklappe f im Dome zurückgehalten und fließt durch die Oeffnungen k ins Vakuum zurück. Der Standzeiger i läßt erkennen, wenn Ueberkochen stattfindet.

Aus dem Dome gehen die Dämpfe (der Brüden), wie schon oben gesagt, durch das Rohr R zunächst in den Uebersteiger H (Sturzkessel), mit dem Standzeiger i. Etwa übergekochte Flüssigkeit wird durch den Hahn q abgelassen. Die Fangklappe f_1 verhindert, daß Flüssigkeit in den Kondensator gelangen kann, in welchen nun die Dämpfe eintreten.

Der Kondensator besteht hier aus einer Verbindung eines Röhrenkondensators (C) mit einem Einspritzkondensator (C_1). Die Dämpfe gehen in ersterem durch eine große Anzahl senkrechter Messingröhren, die sich in einem geschlossenen Zilinder befinden, durch welchen Wasser in einer derjenigen der Dämpfe entgegengesetzten Richtung fließt. Das kalte Wasser tritt unten, aus dem Rohre e_1, in durch den Hahn e_2 zu regulirender Menge ein, das erhitzte Wasser fließt oben durch das Rohr e ab. In dem Einspritzkondensator treffen die unverdichtet gebliebenen Dämpfe mit einer glockenförmigen Wasserhaut o zusammen, durch welche die vollständige Verdichtung herbeigeführt wird. Eine nasse Luftpumpe holt das warme Wasser (und natürlich zugleich die Luft) durch die Röhren $x\,x$ weg.

Wie die Wasserhaut in dem Einspritzkondensator gebildet wird, ist aus der Abbildung zu ersehen. Das Rohr w', welchem kaltes Wasser durch das Rohr w zugeführt wird, ist oben nach außen und unten umgebogen. Durch dasselbe geht eine, unten mit Schraubenwindungen versehene, mittelst des Stellrades v_1 höher oder niedriger zu stellende Metallstange, welche oben eine, der Umbiegung des Rohres genau entsprechende Kappe trägt. Der mittlere untere Theil dieser Kappe tritt konisch in das Rohr ein. Man erkennt, daß sich auf diese Weise oben an dem Rohre eine ringförmige Oeffnung bilden läßt, aus welcher das Wasser als Haut glockenförmig hervordringt. Die Weite der Oeffnung und damit die Dicke der Wasserhaut kann durch v_1 regulirt werden; ein Zeiger und eine Skala gestatten die genaue Einstellung. In der Regel wird indeß die Menge des Einspritzwassers durch den, an dem Wasserrohre w befindlichen, dem am Vakuum beschäftigten Siedemeister leicht zugänglichen Hahn H regulirt, dessen Stellung durch Skala und Zeiger genau zu erkennen ist.

Fig. 108.



Einen einfacheren, im Uebersteiger angebrachten Kondensator zeigt Fig. 108.

x ist das Einspritzrohr, aus welchem das kalte Wasser aus zahlreichen Oeffnungen spritzt, es steht mit dem Wasserbehälter in Verbindung und ist so gekrümmt, daß der Hahn, wodurch die einzuspritzende Wassermenge, mithin auch die Vollkommenheit der Dampfkondensation und somit auch die Stärke der Druckverminderung

im Vakuumapparat regulirt wird, vom Kocher bequem erreicht und gestellt werden kann.

u ist das weite Rohr, in welchem die Verdichtung der Dämpfe durch das einspritzende Wasser stattfindet, und aus welchem die (nasse) Luftpumpe das Wasser fortholt. Es ragt in dem Kondensator über die seitliche Oeffnung empor, durch welche die Dämpfe aus dem Vakuum eintreten, wodurch verhindert wird, daß übergestiegene Flüssigkeit in dasselbe gelangen kann. Der Raum zwischen dem Rohre *u* und der äußeren Wand dient zur Aufnahme dieser Flüssigkeit, welche durch den Hahn *y* abgelassen werden kann. Noch manche andere Einrichtungen für Kondensatoren sind im Gebrauch.

Es findet bei den meisten derselben jedoch stets ein Zuckerverlust durch im Dampfe vertheilte feine Safttröpfchen statt, welche hier mit in den Kondensator gelangen, auch ohne daß ein eigentliches Uebersteigen vorkommt. Man ordnet daher in der Dampfableitung oder im Uebersteiger Zwischenwände derart an, daß die Dämpfe gezwungen werden, an denselben die mitgerissenen Saftheilchen abzusetzen. Derartige Sicherheitsvorrichtungen können begreiflich von verschiedenster Form sein; auch besondere zwischen Dom und Kondensator eingeschaltete Gefäße sind im Gebrauche, die dann zugleich als Uebersteiger und als Sicherheitsgefäße dienen, während die Kondensation davon getrennt ist.

Eine sehr rationelle Einrichtung, deren Einschaltung sich, bei ihrer Einfachheit und der Leichtigkeit, womit sie vorgenommen werden kann, unter allen Umständen empfiehlt, ist die in Fig. 109 dargestellte Hodek'sche.

Der Dampf tritt bei *A* in den horizontalen sehr erweiterten Zilinder ein, welcher die Sicherheitsvorrichtung bildet, und bei *B* aus. Damit derselbe den Zilinder nicht hauptsächlich in der Mitte mit wenig veränderter Geschwindigkeit durchströme, sind an beiden Enden desselben die durchlochten Blechscheiben *ab* und *ce* eingesetzt. Die Löcher sind so angebracht, daß keines derselben senkrecht über einem anderen liegt, so daß der herabfließende Saft dem Dampf kein Hinderniß entgegensetzt. Der Gesammtquerschnitt aller Löcher ist nur etwas größer als der des Rohres *A* und es geschieht daher das Durchströmen gleichmäßig im ganzen Querschnitte des Sicherheitszilinders. Am unteren Theile der Scheiben sind kleine Theile derselben ungelocht, damit sich der Saft ansammeln könne; hier sind auch die Winkel *m n* zur Befestigung der oben bei *p* und *o* nur leicht angeschraubten Scheiben angebracht.

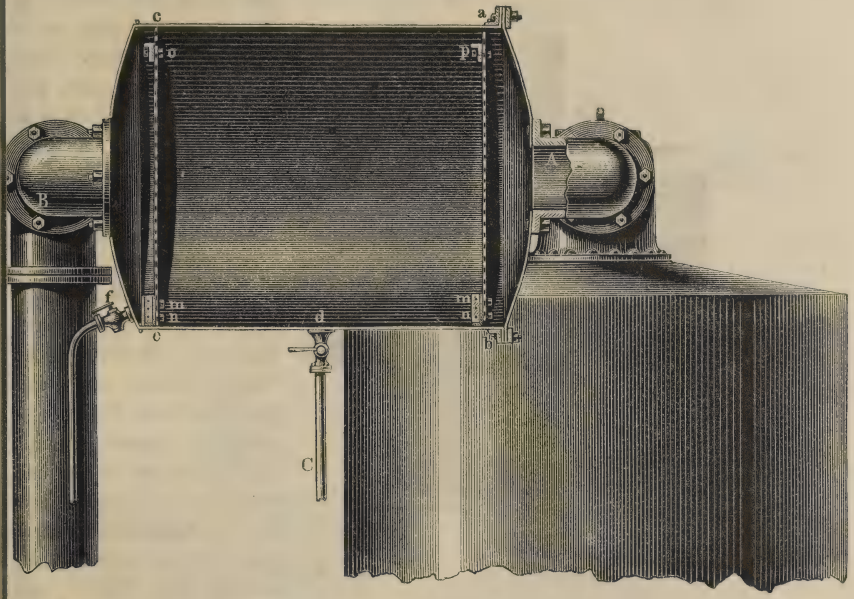
Bei *d* und *f* geht je ein Rohr ab, welches die gesammelte Flüssigkeit wieder in den Abdampfer zurückführt. Ein an demselben befindlicher Hahn gestattet, diesen Weg zu verschließen und mittelst eines am Sicherheitszilinder vorhandenen Standglases die Menge der sich ansammelnden Zuckerflüssigkeit zu beobachten.

In allen Fällen ist es gut, das Kondensationswasser zuweilen auf Zuckergehalt zu untersuchen, wobei aber rasches Eindampfen großer Mengen in der S. 117 u. ff. beschriebenen Weise unumgänglich ist, da die Verdünnung eine sehr bedeutende ist und bei der großen Menge dieses Wassers viel Saft darin verloren gehen kann, auch wenn derselbe nicht direkt nachweisbar ist.

Die Vakuumapparate werden mit mannichfach abweichender Einrichtung

ihrer einzelnen Theile ausgeführt, was hier nicht weiter beschrieben werden soll, da doch alle Konstruktionen im Wesentlichen mit den dargestellten übereinstimmen und unschwer damit zu vergleichen sind.

Fig. 109.



Um aus den Schlangen der Kochapparate das kondensirte Dampfwasser abzuführen, ohne daß gleichzeitig Dampf entweicht, läßt man die Leitungen in Kondensationswasserableiter oder Dampftöpfe (Automaten) einmünden. Dasselbe gilt für die Dampfleitungen überhaupt, welche als Retouren oder Rückleitungen zu bezeichnen sind.

Einige der am meisten benutzten und einfachsten Einrichtungen sind die in den Figuren 110 bis 113 (a. f. S.) dargestellten.

1) In dem gußeisernen zilindrischen, mit Deckel geschlossenen Gefäße *A* (Fig. 110) steht ein kleineres zilindisches, oben offenes Gefäß *B* aus dünnem Eisenblech, auf dessen Boden eine plankonvexe Scheibe von Messing liegt, welche durch drei ganz lose übergreifende Haken *a* gehindert ist, sich zu verschieben.

Durch den Deckel von *A* geht, dampfdicht, ein Rohr *b*, bis einige Millimeter von der Messingscheibe. Ziemlich in der Mitte der Seitenwand von *A* mündet das aus irgend einem geheizten Apparate abgehende Rückflußrohr *c*, durch welches kondensirtes Wasser und Dampf eintreten. Damit dieser nicht direkt gegen das Blechgefäß *B* stoße, ist vor die Mündung des Rohres ein gebogenes Blech *d* genietet, welches dem Dampfe nur gestattet, seitwärts auszutreten.

Das Gefäß *A* wird anfangs mit so viel Wasser gefüllt, daß das Blechgefäß *B* schwimmt, wobei es durch zwei Blechstreifen *ee*, welche um das Rohr *b* herum-

greifen, an letzterem geleitet wird und mittelst der auf seinem Boden ruhenden Messingplatte die Rohrmündung verschließt.

Ist nun von dem in den Dampftopf eintretenden Dampfe die Luft durch den Hahn *f* ausgetrieben worden und dieser Hahn wieder geschlossen, so sammelt sich immer mehr Wasser in *A* und endlich fließt es in *B* in solcher Menge hinein, daß *B* niedersinkt. Die Oeffnung des Rohres *b* wird dann frei, das heiße Wasser wird aus *B* durch den Dampf, wie aus einem Dampfheber, emporgedrückt und fließt durch das Rohr *b*, das oben sich umbiegt, dahin, wo es benutzt werden soll. Ist eine gewisse Menge Wasser ausgetrieben, so fängt das Blechgefäß *B* wieder an zu schwimmen und schließt das Rohr *b* ab. Das Arbeiten des Automaten wiederholt sich so fortwährend; es kann nur Wasser, nie Dampf aus demselben entweichen, und der Dampfdruck ist darin der gleiche wie in der Schlange der Pfanne oder in dem Heizraume der Scheidepfanne. Der untere Hahn *g* dient zum Ablassen des Wassers; etwaiges Undichtsein der Schlange giebt sich an diesem Wasser zu erkennen.

Fig. 110.

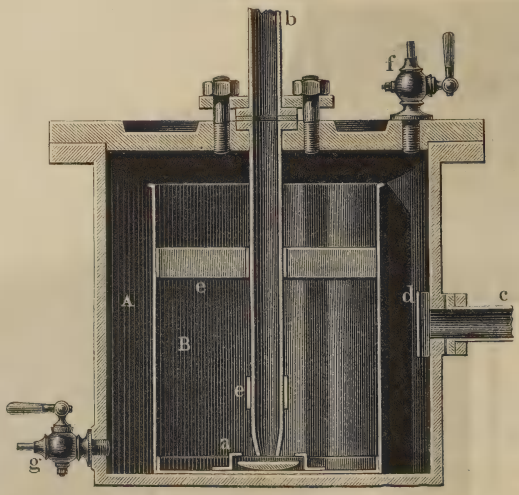


Fig. 111.

2) Sehr verbreitet und in ihrer Wirksamkeit als besonders zuverlässig anerkannt sind ferner die Dampftöpfe oder Automaten von der Einrichtung mit Doppelsitzventil, wie Fig. 112, oder mit Kugelventil, wie Fig. 113.

Das Doppelventil bietet den Vorzug eines verhältnißmäßig großen Durchganges, so daß sich diese Töpfe besser zur Abführung größerer Quantitäten Kondensationswassers eignen und vermöge der Entlastung des Ventils mit höherem Dampfdruck zu arbeiten befähigt sind, als die mit Kugelventil. Letztere dagegen

eignen sich mehr zur Abführung kleiner Wassermengen, ihre Ventile sind dem Verschleiß fast nicht ausgesetzt; das Maximum des Druckes, für welchen sie verwendet werden können, beträgt 3 Atmosphären.

Die Töpfe mit Kugelventil, Fig. 113, haben ein Rücklaufventil und können also das Wasser auf eine gewisse Höhe hinaufdrücken, was bei denjenigen mit Doppelsitzventilen im Allgemeinen nicht der Fall ist.

Diese Dampftöpfe bestehen im Uebrigen aus zwei Töpfen, einem äußeren aus Gußeisen, welcher oben dicht verschraubt ist, und einem inneren aus Kupferblech, dem Schwimmtopf, welcher oben offen ist. Der Deckel enthält die Ein- und Ausgangskanäle und das senkrecht hinabreichende Steigrohr, welches zugleich dem Schwimmtopf als Führung dient. Die Ventile werden durch die Druckschraube *d* festgehalten und sind leicht herauszunehmen und zu reinigen.

Bei *g* tritt das Kondensationswasser mit dem Dampf aus der Dampfleitung ein; das Wasser sammelt sich im Außentopf und hebt den Schwimmtopf, welcher beim Aufsteigen das Ventil schließt, so daß weder Dampf noch Wasser entweichen kann. Nimmt die Menge des Kondenswassers zu, so fließt dasselbe

Fig. 112.

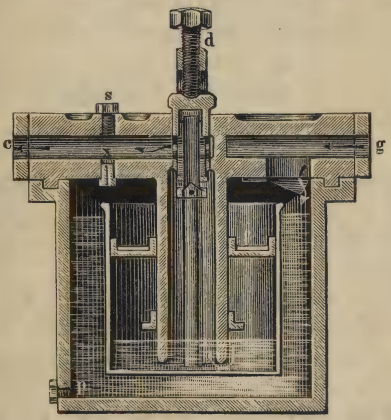
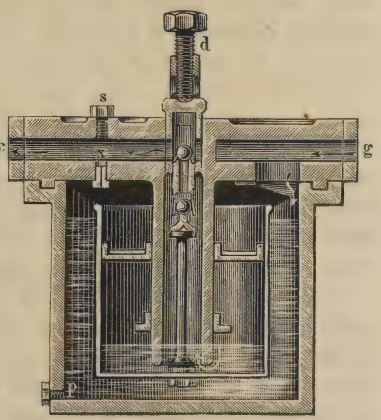


Fig. 113.



endlich über den Rand des Schwimmtopfes in diesen hinein, bringt ihn zum Sinken und öffnet so das Ventil, worauf der Dampfdruck der Leitung, welcher auch im Topfe stattfindet, einen Theil des Wassers durch das Ventil und das Rohr *c* ins Freie oder nach dem Wassersammler drückt, bis der Schwimmtopf so leicht geworden ist, daß er das Ventil wieder schließt. Dieses Spiel wiederholt sich abwechselnd; dabei muß natürlich immer so viel Wasser im Schwimmtopf bleiben, daß die untere Mündung des Steigrohrs abgesperrt bleibt.

Zur Entfernung der Luft dient die Bohrung *x*, über welcher die Schraube *s* zuweilen entfernt wird, um die Bohrung reinigen zu können. *p* ist eine durch eine Schraube verschlossene Oeffnung zum Ablassen schlammigen Wassers.

Diese Töpfe sind stets an dem tiefsten Punkte der betreffenden Rohrleitungen angebracht und gestatten, wenn sie im guten Zustande sind, keinen Austritt von Dampf. Die Schnelligkeit der Erwärmung allerdings ist gegen freieren Dampf-

austritt vermindert, und zwar aus dem Grunde, weil die sich an den Wandungen der Heizungsleitungen durch die Wärmeentziehung fortwährend bildenden Wasserschichten die Uebertragung der Wärme erheblich behindern und nur in dem Falle rasch entfernt werden und die direkte Berührung des Dampfes mit der Metallfläche gestatten, wo eine stärkere Strömung des Dampfes möglich ist. Unter Umständen kann dies nothwendig sein: man erreicht dann raschere Uebertragung der Dampfwärme auf die zu erhitzende Flüssigkeit, raschere Heizwirkung, aber auf Kosten des erhöhten Dampfverbrauches. In solchen Fällen leitet man Wasser und Dampf nicht durch Dampftöpfe, sondern in einen größeren Behälter, in dem sich das Wasser sammelt, und von wo der übrige Dampf, ganz ebenso wie der von der Maschine kommende, als Rückdampf anderweit (zum Heizen oder Verdampfen) verbraucht werden kann.

Das Kochen selbst geschieht in folgender Weise. Nachdem die Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt und die erforderliche Menge Klärsel in den Apparat gezogen ist, nachdem ferner das Klärsel durch in die Schlange und in den Doppelboden geleiteten Dampf zum Sieden gebracht und der Hahn für das Einspritzwasser geöffnet ist, schreitet das Verkochen unter lebhaftem Aufwallen rasch vorwärts. Anfangs, wenn das Klärsel noch dünnflüssig ist, sind die Wellen hoch, scharf, leicht beweglich, schaumig; in dem Maße, als es konzentrirter wird, werden sie schwerer, abgerundeter, träger, was man durch das Glas genau verfolgen kann. Dann ist der Zeitpunkt gekommen, wo man mittelst des Stechers oder Probehahns Probe zu nehmen anfängt. Die Probe kann nur die Fadenprobe sein.

Den Grad der Luftleere in dem Apparate regulirt man, während des Kochens, durch den Hahn für das Einspritzwasser. Je mehr derselbe bei gleicher Lebhaftigkeit des Verkochens geöffnet wird, je mehr also kaltes Wasser in den Kondensator spritzt, desto rascher und vollständiger erfolgt die Kondensation des Dampfes, desto niedriger steht das Barometer.

Bei dem Verkochen ist der Siedepunkt der Zuckerlösungen von deren Konzentration und zugleich auch von dem Grade der Luftleere abhängig. Nur bei gleicher Luftleere steigt der Siedepunkt mit der Konzentration; ein konzentrirteres Klärsel kann bei niederer Temperatur sieden, als ein weniger konzentrirtes, wenn die Luftleere beträchtlicher ist. Daher ist das Thermometer des Vakuums nur in Verbindung mit dem Barometer als Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Konzentration des kochenden Klärsels zu benutzen. Man siedet meistens bei 4 bis 2 Zoll Barometerstand, oder, wie man zu sagen pflegt, bei 24 bis 26 Zoll Luftleere; der Siedepunkt des Klärsels liegt dann etwa zwischen 75 und 62° (60 und 50° R.).

Sobald durch die Probe die erforderliche Konzentration dargethan ist, wird der Dampf abgesperrt, der Hahn für das Einspritzwasser geschlossen, die Luftpumpe außer Thätigkeit gesetzt und der Lufthahn geöffnet. Die Zuckermasse, Füllmasse, kann nun abgelassen werden (siehe unten).

Wenn das Klärsel in dem Vakuum auf angegebene Weise bis zur hinreichend starken Fadenprobe eingekocht wird, so nennt man dies Blank-Kochen, weil dabei das Klärsel vollkommen klar oder blank bleibt. Das Auskristallisiren des Zuckers aus der Füllmasse erfolgt dann außerhalb des Apparates bei weiterem Abkühlen. Wegen der niederen Temperatur, bei welcher das Klärsel im Vakuum

siedet, kann man aber auch schon in dem Apparate selbst die Kristallbildung anfangen lassen. Dieses nennt man wegen der sich ausscheidenden Zuckerkristalle oder Körner, Kochen auf Korn.

Ist nämlich die Konzentration des Klärsels im Vakuum so bedeutend geworden, daß nicht mehr aller Zucker gelöst bleiben kann, so beginnt die Ausscheidung des Zuckers in kleinen körnigen Kristallen, die man in den Tropfen der siedenden Flüssigkeit, welche beim Kochen an das Glas gespritzt werden, eben so wie im Standzeiger des Apparates an ihren glänzenden Flächen erkennt. In dem Maße, als diese Ausscheidung vor sich geht, verliert die siedende Zuckermasse mehr und mehr ihre zähflüssige Beschaffenheit, weil nun der flüssige Antheil, in welchem die Zuckerkristalle schwimmen, ärmer an Zucker, also dünnflüssiger wird. Wegen dieser Verflüssigung ist es möglich, das Konzentriren noch weiter fortzusetzen, den flüssigen Antheil über den ausgeschiedenen Kristallen noch weiter einzudampfen und so eine größere Ausbeute an Zuckerkristallen durch die erste Kristallisation zu erhalten.

Bei dem Kochen auf Korn ist das Nachziehen von Klärsel von großer Wichtigkeit, einmal, weil es die Entstehung des Korns, der Kristalle, befördert, und dann, weil man dadurch die Beschaffenheit des Korns zu regeln vermag. Man wartet mit dem Nachziehen des Klärsels nicht, bis Korn entstanden ist, sondern man zieht den ersten Antheil nach, sobald die Fadenprobe einen stärkeren oder schwächeren Faden giebt, oder, wie man zu sagen pflegt, wenn die Zuckermasse eine stärkere oder schwächere (leichtere) Probe zeigt. Ist nach dem ersten Nachziehen die Zuckermasse wiederum bis zur schwächeren oder stärkeren Probe verkocht, so wird von Neuem nachgezogen und so fort. Erst nach dem dritten, vierten, fünften Nachziehen soll die Bildung des Korns der Kristalle beginnen. Bei dem Nachziehen kommt die Zuckermasse in heftiges Aufwallen, weil der Siedepunkt des einfließenden Klärsels niedriger liegt, als der Siedepunkt der Zuckermasse, also lebhaftes Sieden eintreten muß. Diese Erschütterung und die Abkühlung der Zuckermasse an der Stelle, wo das Klärsel einfließt, befördert die Kristallbildung.

Man hat es ganz in der Gewalt, größere oder kleinere Kristalle entstehen zu lassen. Bei je schwächerer Probe man nachzieht und je mehr auf einmal nachgezogen wird, desto größere Kristalle entstehen, weil dann begreiflich die entstandenen Kristalle Zeit haben, zu wachsen. Aus entgegengesetztem Grunde erhält man um so kleinere Kristalle, bei je stärkerer Probe nachgezogen wird und je weniger man nachzieht.

Denselben Einfluß, welchen stärkere oder schwächere Probe beim Einziehen auf die Beschaffenheit des Korns ausübt, übt begreiflich auch stärkere oder schwächere Konzentration des eingezogenen Klärsels aus.

Die Art und Weise des Siedens ist nicht minder von Einfluß; je ruhiger die Zuckermasse siedet, desto kräftigeres Korn bildet sich; starke Bewegung, durch heftiges Sieden, stört die Kristallisation und liefert feines Korn.

Ob man auf kräftigeres oder schwächeres Korn kocht, hängt zunächst davon ab, ob man Rohzucker oder Brodzucker (Saftmelis) fabrizirt, und dann davon, welche Beschaffenheit jener sowohl als dieser haben soll. Der Rohzucker besteht aus einzelnen, verhältnißmäßig größeren Kristallen, der Brodzucker ist ein Aggre-

gat von kleineren Kristallen, aber bei jenem sowohl als bei diesem können dieselben eine sehr verschiedene Größe haben.

Hat sich in einem blank kochenden Klärsel, das die Fadenprobe zeigt, Korn gebildet, ist also Zucker daraus auskristallisirt, so kann die Flüssigkeit, in welcher die Kristalle schwimmen, nicht mehr die Probe zeigen. Die Flüssigkeit ist ja dann ein zuckerärmerer, dünnerer Sirup. Bei dem Kochen auf Korn dient deßhalb die Fadenprobe nicht zur schließlichen Erkennung des Punktes, wo die Zuckermasse abgelassen werden muß, weil sie hinreichend konzentrirt ist. Man giebt von Zeit zu Zeit etwas von der Zuckermasse auf ein Brettchen, eine Glasplatte oder ein Stück Papier und beobachtet die Beschaffenheit der Kristalle und des Sirups in der erstarrenden Kristallmasse. Es muß sich zwischen den harten Kristallen ein vollkommen blanker Sirup zeigen, anfangs in größerer, später in geringerer Menge. Die Kristalle müssen so fest sein, daß sie zwischen den Fingern unter Wasser gerieben nicht zergehen.

Je größere Kristalle man im Vakuum hat entstehen lassen, desto weiter darf die Konzentration der Füllmasse getrieben werden; der Sirup fließt dann doch noch von der erstarrten Zuckermasse ab, während eine aus kleineren Kristallen gebildete Zuckermasse unter diesen Umständen den Sirup nicht entläßt. Bei der Darstellung des aus verhältnißmäßig großen Kristallen bestehenden sogenannten Kristallzuckers kann die Konzentration sogar eine derartige sein, daß die Füllmasse nur ganz träge fließt. Man nennt das Verkochen bis zu so bedeutender Konzentration das Trockenkochen.

Es leuchtet ein, daß die Ausscheidung von Zuckerkristallen im Vakuum, die Bildung von Korn um so leichter erfolgt, je reiner das Klärsel, also die Zuckermasse ist, und daß sie ganz unmöglich wird, wenn der Gehalt an Nichtzucker einen gewissen Betrag übersteigt. Das Kochen auf Korn datirt aus der Zeit, wo man durch Einwerfen der Nachprodukte in den Saft das Verhältniß zwischen Zucker und Nichtzucker zu verbessern anfing. Schon der vom ersten Produkte abfließende Sirup läßt sich nicht mehr ohne Weiteres auf Korn verkochen, weil viel Nichtzucker darin vorkommt.

Wie oben gesagt ist, hat das Kochen auf Korn den großen Vortheil, daß man durch die erste Kristallisation eine namhaft größere Menge an festem Zucker erhält. Weßhalb, ist auch angedeutet worden. Man verkocht über den ausgeschiedenen Zuckerkristallen, also ohne diese zu trennen, den unkristallisirten Sirup so weit, daß er von neuem Kristalle giebt und daß sein Zucker zur Vergrößerung der ersten Kristalle dient, gewinnt also durch die erste Kristallisation mehr Zucker, als beim Blankkochen.

In Bezug auf das Kornkochen für Rohzucker sind noch folgende Regeln zu beherzigen.

Das Kornkochen (für Rohzucker) begreift:

die Bildung des Korns,

die Trennung des Korns,

die Ausscheidung der größtmöglichsten Menge Kristalle, oder die letzte Probe.

1) Je dünner der Saft ist, welcher zur Konzentration gelangt, desto größer sind die Kristalle zu erzielen, je konzentrirter der Saft zum Kochen gelangt, desto feiner gestaltet sich die Kristallisation, weil er dann zu schnell so weit eingedampft und zu konzentrirt wird, um der Kristallisation noch eine freie Ausbildung zu gestatten. Aus demselben Grunde müssen

2) die Proben leichter gehalten werden, je stärker und regelmäßiger man die Kristallisation wünscht; je feiner kristallisirt der Zucker sein soll, desto stärker müssen dieselben jedesmal genommen werden, oder desto konzentrirter muß der Saft jedesmal beim Nachnehmen eingedickt sein. Daraus ergiebt sich ferner:

3) daß man mehr Saft auf einmal nachziehen muß, wenn man das Korn gröber haben will, um ihm die Zeit zu geben, sich gehörig ausbilden zu können. Zu feinem Korn muß man dagegen wenig, also auch um so öfter und rascher nachziehen, um die Kristallisation zu stören.

4) Je regelmäßiger, größer die Kristalle verlangt werden, desto ruhiger, langsamer muß man sieden; je feiner das Korn sein soll, desto rascher muß gekocht werden, da das starke Aufwallen und Anschlagen der Zuckermasse im Apparate die Kristallisation stört.

5) Je leichter man die Probe zu Anfang nimmt, wo das Korn gebildet wird, je größer also dasselbe ist, desto strammer, stärker darf die letzte Probe genommen werden, da das grobe Korn das Abtröpfeln des Sirups erleichtert.

6) Das oftmalige Nachziehen des Saftes darf natürlich nicht in dem Maße stattfinden, daß bereits gebildete Kristalle dadurch wieder aufgelöst werden.

Es ist wesentlich, die Kristallisation so zu leiten, daß die Kristalle möglichst vollkommen ausgebildet und scharfkantig werden, damit der Sirup sich leicht und vollkommen von ihnen trennen kann. Die Kornbildung muß daher sehr langsam vor sich gehen.

Man nehme das Vakuum nur so voll, daß wenn der Saft bis zur schwachen „Kandisprobe", d. h. eben so eingedampft ist, daß er bei der Probe nur einen schwachen Faden giebt, der leicht und rasch reißt und dabei einen Haken zeigt, derselbe die Schlange eine Hand hoch überdeckt, also etwa 40 Proz. des zu einem Sud nöthigen Saftes; alsdann ziehe man bei dieser schwachen Fadenprobe nach und richte die Menge (etwa 2 Proz. der ganzen) nach der Größe des Korns ein, welches man wünscht. Sobald nun diese zuletzt eingezogene Flüssigkeit bis zu derselben schwachen Probe eingedampft ist, ziehe man abermals so viel nach, so daß bei der vierten oder fünften Probe sich einzelne Körner zeigen. Vor einer starken Probe hat man sich dabei auf das Bestimmteste zu hüten; der Rohzucker muß zu Anfang leicht und stets blank gehalten werden; das Korn wird dadurch schließlich um so gröber und scharfkantiger.

Nachdem man so, je nach der Qualität des Saftes, einige 20 Mal nachgezogen hat, wird ein grobes, scharfkantiges, klares Korn ziemlich dicht vorhanden sein. Es wird so fest sein, daß es sich zwischen den Fingern selbst im Wasser nicht zerdrücken läßt. Alsdann kann man den Sud schwerer kochen, indem man stets gleichmäßig nachzieht, doch muß jede Probe nur um ein wenig schwerer als die vorhergehende gehalten werden. Alsdann darf man auch das Kochen be-

schleunigen und endlich die letzte Probe herbeiführen. Diese darf man sehr schwer nehmen, so daß dieselbe auf dem Daumen liegen bleibt, und beim Aufheben des Zeigefingers nur ein wenig klarer Sirup zu sehen ist. Legt man die Probe auf Schreibpapier, so muß sie nicht auseinander fließen, und man wird die großen Kristalle hell und klar beim Sinken des Sirups liegen sehen; von der so sich darstellenden Masse wird der Sirup leicht abtropfen und fast trockene Kristalle zurückbleiben.

Wenn man mit der Kristallisation vollkommen zufrieden ist, kann man die Temperatur der Zuckermasse bei der letzten Probe bis auf 62° (50° R.) herunterbringen, worauf dann dieselbe rascher sich abkühlt und auch eine hellere Farbe behält. Außerdem ist die Veränderung bis zum Abkühlen in Folge der geringeren Temperaturdifferenz geringer, es kristallisirt weniger Zucker durch Abkühlung nach, die Masse bleibt lockerer, ist daher leichter zu verarbeiten. Die Zuckermasse, welche das Vakuum verläßt, muß so stark eingedickt sein, daß sie fast nicht fließt, was allerdings viel Aufmerksamkeit erfordert und mehr Zeit in Anspruch nimmt, als jede andere Art zu kochen. Wenn man diesen Punkt überschreitet, so wird die Masse im Apparat fest, und wenn eine derartige Masse zu heiß ist, so wird sie durch das Nachkristallisiren beim Erkalten fest.

Ueber die Sicherheit der Probe kann natürlich nur Uebung, Gewohnheit und Erfahrung bestimmen.

Beim Verkochen mancher Dicksäfte zeigt sich die Erscheinung, daß, wenn eine gewisse Konzentration erreicht ist, Sieden und Verdampfen aufhören und nur durch verstärkte Hitze, zuweilen auch überhaupt nicht wieder in Gang gebracht werden können. Man sagt dann, der Saft koche schlecht, oder fett; er liegt ruhig in der Pfanne und bräunt sich in Folge Karamelbildung. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der Gegenwart größerer Mengen Alkalis oder Kalk zu suchen, die in zweierlei Form vorhanden sein können, nämlich in Verbindung mit Zucker (Kali- oder Kalkzucker) oder in Verbindung mit gewissen fremden organischen Stoffen, die man, ohne dadurch über ihre chemische Natur etwas Genaueres zu sagen, als Pektinstoffe bezeichnen kann.

Im ersteren Falle verlieren die Alkalien (oder der Kalk) die schädliche Wirksamkeit, welche sie in dieser Form äußern, wenn man sie (durch) Zusatz irgend einer Säure) neutralisirt. Es erklärt sich daraus die Beobachtung, daß dem Fettkochen durch Eingießen von Schwefelsäure gesteuert werden kann. Als rationell ergiebt sich, die Menge der vorhandenen Base durch einen alkalimetrischen Versuch zu ermitteln und dann dem zu verkochenden Dicksaft die danach berechnete Menge Säure vor dem Einziehen in den Kochapparat kalt zuzusetzen und dabei auf vorherige Verdünnung der Säure und sorgfältige Vermischung beider Flüssigkeiten Bedacht zu nehmen.

Ich gebe unbedingt der Phosphorsäure oder vielmehr dem phosphorsauren Ammoniak vor allen anderen anwendbaren Verbindungen den Vorzug und zwar empfehle ich die Abscheidung des gebildeten phosphorsauren Kalkes nach dem Aufkochen, z. B. durch eine Filterpresse. Man muß sich dabei mit Sorgfalt eines verbleibenden geringen Ueberschusses von Alkali versichern, indem man den

Saft nach längerem Kochen mit Lackmuspapier prüft. Ammoniaksalze können, durch Entweichen des Ammoniaks beim Kochen, freie Säure auftreten lassen.

Indessen ist es diesem Hülfsmittel noch weit vorzuziehen, die Säfte so zu behandeln, daß dergleichen schwer kochende Dicksäfte nicht entstehen, was namentlich durch Einschränkung der bei der Scheidung anzuwendenden Kalkmenge zu erreichen ist, welche bei den jetzt vielfach üblichen Verhältnissen viel Alkalien in Freiheit setzen, die bei der Filtration nicht absorbirt werden. Der Nachtheil so zusammengesetzter Dicksäfte beschränkt sich aber nicht allein auf das Kochen, sondern zeigt sich außerdem (wie auch in dem folgenden, zweiten Falle) in der geringeren Menge auskristallisirbaren Zuckers.

Was für Dicksaft gesagt ist, hat ebenso Geltung für die Nachprodukte, bei welchen der besprochene Uebelstand sich oft noch in weit höherem Maße zeigt.

Ist freies Alkali oder Kalk in solcher Menge vorhanden, daß zwar kein Fettkochen stattfindet, aber dennoch diese Menge einen nachtheiligen Einfluß bei der Kristallisation ausübt, so ist derselbe Zusatz von Säure oder dieselben Vorbeugungsmittel bei der Verarbeitung der Säfte angezeigt. Es ist nicht möglich, die verschiedenen Beschaffenheiten näher zu bezeichnen, man kann nur sagen, daß eine deutliche alkalische Reaktion der Füllmasse vorhanden sein, daß aber jedes Zuviel hierin Nachtheil bringen muß. Die Erkennung des Punktes, wo man einschreiten soll, kann nur die aufmerksame Beobachtung und die Erfahrung in den einzelnen Fabriken an die Hand geben. Schon die Langsamkeit, mit der (bei blank gekochter Masse) die Kristallisation eintritt, deutet bei sonstiger Reinheit auf zu großen Alkaligehalt.

Der zweite Fall des Fettkochens, der eine Folge der Gegenwart von Kalk oder Alkaliverbindungen mit pektinartigen Stoffen ist, tritt unter gewissen Umständen ein, welche das Vorkommen dieser Stoffe im Safte veranlassen und die einerseits in manchen Vorgängen bei der Saftgewinnung, andererseits in den Wachsthums- oder Aufbewahrungsverhältnissen der Rüben ihren Grund haben. In ersterer Beziehung sind namentlich verlängerte Berührung der Rübenmasse mit warmem Wasser und die Einwirkung von alkalischen Flüssigkeiten auf im Safte verbliebene Fasern oder Trümmer von Fasern hervorzuheben, in letzterer Beziehung sind die vorliegenden Erfahrungen einzelner Jahrgänge nicht hinreichend, um bestimmte Folgerungen möglich zu machen.

Ein Mittel, durch dessen Zusatz in irgend einem Stadium der Fabrikation sich die Pektin- oder Gummiverbindungen aus den Säften entfernen ließen, etwa in der Weise, wie die freien oder an Zucker gebundenen Alkalien durch Säuren unschädlich zu machen sind, giebt es bisher nicht, und wenn sich dieser Uebelstand des Fett- oder Schlechtkochens bei mangelndem Alkaliüberschuß zeigt, und sich die Gegenwart jener Stoffe, wie meist der Fall, nicht früher zu erkennen giebt, als eben beim Kochen, so ist nur durch Verstärkung der Filtration abzuhelfen, die sich in vielen Fällen schon durch die gezwungenermaßen verlangsamte Arbeit von selbst ergiebt, sonst aber mit allen Mitteln angestrebt werden muß. Die Erfahrung hat indessen gezeigt, daß unter Umständen, deren Beseitigung nicht in unserer Macht liegt, die Rüben Stoffe enthalten können, welche auch hierdurch nicht, oder doch nur dem geringsten Theile nach, unschädlich gemacht werden können. Man

sieht sich dann gezwungen, dem Safte in irgend einer Weise Rohzucker oder besseren Sirup der Raffinerie zuzusetzen; der so angereicherte Saft kocht dann besser, allein das Mittel ist nicht immer anwendbar.

Es ist selbstredend, daß man ferner nachzuforschen hat, wo etwa bei der Gewinnung des Saftes aus den Rüben selbst eine Begünstigung des Eintrittes jener Stoffe in den Saft stattfinde, und daß man hier nach Möglichkeit abzuhelfen suchen muß. Sind die Pektin- oder Gummistoffe in den Rüben gleich bei der Ernte vorhanden, oder ist ihre Menge während der Aufbewahrung gewachsen, so bleibt nur die verstärkte Anwendung von Knochenkohle übrig. Es könnte scheinen, daß beschleunigte Verarbeitung der Rüben in solchem Falle gerathen wäre, um der weiteren Vermehrung jener Stoffe zu entgehen. Allein, abgesehen davon, daß dies meist nur unter Verminderung des Verhältnisses der Knochenkohle geschehen könnte, liegen Erfahrungen vor, welche dafür sprechen, daß der Gehalt der Säfte an Pektinstoffen auch mit dem Verlauf der Aufbewahrungsdauer abnehmen kann.

Es ist endlich noch ein dritter Fall möglich, in welchem Säurezusatz zum Dicksaft in irgend einer der vorerwähnten Weisen, auch bei Anwesenheit von Pektin- oder Gummiverbindungen, dem Fettkochen entgegen wirken kann. Dies ist der Fall, wenn die Alkalien in den beiden Formen zugleich im Safte vorhanden sind. Indem man einen Theil der Ursache durch Säurezusatz unschädlich macht, kann das gewünschte Ziel erreicht werden, ohne daß eine Einwirkung auf die Pektinsubstanzen stattfände. Es treten dann die unangenehmen Erscheinungen beim Kochen so weit zurück, daß sie nicht mehr stören und eine hinzugenommene Filtrationsverstärkung kann dann von einem um so höheren Erfolge begleitet sein, als die Menge dieser Stoffe geringer ist, als es scheint.

Nur direkte Versuche über die Wirkung des Säurezusatzes können darüber Aufschluß geben, ob man es mit diesem dritten Falle zu thun hat. Daß man den Zusatz niemals bis zur gänzlichen Neutralisation treiben darf, ist bereits oben erwähnt worden.

3. Die Füllmasse.

Natürlich enthält die auf den gewünschten Punkt eingekochte Masse, die Füllmasse, den Zucker und die fremden Stoffe in dem gleichen Verhältnisse, wie der filtrirte Dicksaft. Nur die Wassermenge und mithin das Verhältniß der genannten Bestandtheile zu dem Wasser, oder die in einer gegebenen Menge Füllmasse vorhandene absolute Menge Zucker und Nichtzucker haben sich geändert.

Die Füllmasse ist im hohen Grade schon nach dem Konzentrationspunkte verschieden, welcher durch das Kochen erreicht wurde. Der Wassergehalt wechselt zwischen 6 und 14 Proz., der Zuckergehalt zwischen 68 und 92 Proz. Bei gleichem Wassergehalt der Füllmassen hängt die Menge derselben von dem Gehalt der Rüben und von dem erreichten Verhältniß der Entsaftung — sowohl der Rüben als der Rückstände aller Art — ab. Die Reinheit der Füllmasse, d. h. das Verhältniß des Zuckers zum Nichtzucker auf der anderen Seite ist bedingt von der Beschaffenheit des Rübensaftes und von dem Erfolge der während der Verarbeitung in Anwendung gebrachten Säftereinigungsmittel.

Es ist möglich, daß in einem Falle ein größerer Prozentsatz Füllmasse erzielt wird, als in einem anderen bei gleicher Rübe, daß aber ihr Zuckergehalt so viel weniger beträgt, daß die Zuckerauslieferung doch geringer ist, als in diesem zweiten Falle. Eben so wichtig ist für die Beurtheilung der Arbeit die Kenntniß der durchschnittlichen Zusammensetzung des Rübensaftes.

Um über die Reinheit der Füllmasse ein Urtheil zu gewinnen, wird ihr Zucker- und ihr Wassergehalt möglichst genau bestimmt und daraus durch Differenz der Gehalt an Gesammtnichtzucker abgeleitet. Von diesem wird die Asche häufig besonders ermittelt. Der Gehalt an Nichtzucker wird für eine bestimmte Menge, also entweder für 100 Thle. Trockensubstanz oder für 100 Zucker berechnet. Die Füllmassen aus reinem Dicksaft enthalten zwischen 8 und 22 Thln. Nichtzucker auf 100 Zucker, und zwischen 4 und 11 Thln. Asche auf dieselbe Menge.

4. Die Trennung von Zucker und Sirup und die Nachprodukte.

Ob die Füllmasse beim Erkalten zu nur lose zusammenhängenden, daher leicht trennbaren Zuckerkristallen erstarrt (Rohzucker), oder ob sie einen harten, kristallinischen, aus fest zusammenhängenden, gleichsam zusammengekitteten Kristallen bestehenden Zucker liefert (Brodzucker), hängt, wenn auf Korn gekocht wurde, unter sonst gleichen Umständen, nämlich bei gleicher Konzentration (Probe) und Beschaffenheit der Füllmasse vorzüglich von der Temperatur der letzteren ab.

Hat die Füllmasse eine Temperatur von etwa 62° (50° R.), wenn sie in die Kristallisationsgefäße kommt, so enthält der flüssige Antheil derselben, wegen der niederen Temperatur, nicht mehr Zucker genug gelöst, um beim weiteren Erkalten so viel Zuckerkristalle zu geben, als erforderlich ist, die Zwischenräume zwischen den schon vorhandenen Kristallen, dem Korne, auszufüllen und so die Kristalle zusammenzukitten. Die gebildeten Kristalle vergrößern sich nur noch auf Kosten des im flüssigen Antheile der Füllmasse enthaltenen Zuckers, es entsteht eine sehr poröse, aus lose zusammenhängenden Körnern bestehende Masse, welche durch gelinden Druck in die einzelnen kleinen Kristalle zerfällt (Rohzucker).

Ist die Temperatur der auf Korn gekochten Füllmasse, wenn diese in die Kristallisationsgefäße kommt, höher, etwa 88 bis 90°, so befindet sich in dem flüssigen Antheile derselben, wegen der höheren Temperatur, mehr Zucker gelöst und zwar so viel als nöthig ist, um beim Auskristallisiren, nach weiterem Abkühlen, die Zwischenräume zwischen den vorhandenen Zuckerkristallen vollständig auszufüllen; das Korn vereinigt sich alsdann mit den neu entstehenden Kristallen zu einer festen Masse (Brodzucker).

Ob der erhaltene Rohzucker aus größeren oder kleineren Kristallen besteht, ein kräftigeres oder schwächeres Korn zeigt, ist unter sonst gleichen Umständen, das heißt bei gleicher Konzentration (Probe) und Beschaffenheit der Füllmasse, und bei gleichem, während des Verkochens gebildetem Korne, davon abhängig, ob die Füllmasse langsamer oder rascher erkaltet. Je langsamer die Masse, deren Temperatur, wie gesagt, etwa 62° ist, erkaltet, desto langsamer giebt der flüssige Antheil den aufgelösten Zucker ab; er giebt ihn zunächst an die vorhandenen Kristalle ab, diese vergrößern sich, wachsen auf Kosten dieses Zuckers, und die dadurch

zuckerärmer gewordene Flüssigkeit liefert dann beim weiteren Erkalten größere Kristalle. Bei raschem Erkalten der Masse kristallisirt der Zucker aus dem flüssigen Antheile in kleinen Kristallen aus, es dient nicht viel des aufgelösten Zuckers zur Vergrößerung des Kornes, es entsteht ein Rohzucker von schwächerem Korn.

Alles was auf rascheres oder langsameres Erkalten der Füllmasse Einfluß hat, hat deßhalb auch Einfluß auf die Beschaffenheit des Kornes des Rohzuckers; also Größe der Kristallisationsgefäße und Temperatur des Lokals, in welchem die Kristallisation erfolgt, der Füllstube. Je kleiner die Kristallisationsgefäße, je weniger hoch die Temperatur der Füllstube, desto rascher erfolgt das Erkalten.

Aus je größeren Kristallen der Rohzucker besteht, desto mehr fallen an demselben die stark glänzenden Flächen der Kristalle in die Augen, je kleiner die Kristalle sind, desto weniger glänzend, matter erscheint der Zucker.

Ob aus einer blank gekochten Füllmasse Rohzucker oder Brodzucker entsteht, ist bei gleicher Beschaffenheit der Masse vorzüglich davon abhängig, ob das Erkalten ruhig, ungestört erfolgt, oder ob die Kristallisation während des Erkaltens gestört wird. Die Temperatur und die Konzentration (die Probe) sprechen aber auch hier mit.

Giebt man die blank gekochte Füllmasse bei einer Temperatur von etwa 62° (50° R.) in die Kristallisationsgefäße, so erstarrt sie darin bei ruhigem, langsamem Erkalten zu einer Masse, welche aus einzelnen, nur lose zusammenhängenden größeren Kristallen besteht, und welche, zerdrückt, den Rohzucker liefert. Je langsamer das Erkalten erfolgt, also je größer die Kristallisationsgefäße sind, je höher die Temperatur der Füllstube, desto größere Kristalle entstehen, desto kräftiger ist der Rohzucker.

Füllt man die Füllmasse bei höherer Temperatur, etwa 88° (70° R.) in die Kristallisationsgefäße (die Formen), rührt man sie durch, sobald sich Korn zu bilden anfängt, stört man also die Kristallisation und wiederholt man das Rühren später noch einmal oder zweimal, so entsteht eine verworrene Kristallisation und eine Masse, welche aus kleineren, fest aneinander haftenden Kristallen zusammengesetzt ist, der Brodzucker. Je stärker man stört, rührt oder schlägt, desto kleinere Kristalle bilden sich, desto weniger starkes Korn zeigt das Brod.

Anstatt das Korn in jeder einzelnen Form sich bilden zu lassen und ausschließlich in den Formen die Kristallisation durch Stören (Rühren) zu regeln, wie es früher ganz allgemein geschah, ist es begreiflich weit bequemer und zur Erzielung eines gleichartigeren Zuckers auch besser, die Füllmasse vor dem Einfüllen in die Formen in ein besonders großes Gefäß zu geben, hier das Korn entstehen zu lassen und hier zu stören. Man ist dann im Stande, gleichsam eine auf Korn gekochte Füllmasse in die Formen zu bringen, welche nicht mehr gestört zu werden braucht, um zu Brodzucker zu erstarren.

Dieses verbesserte Verfahren verdrängte in der That das ältere. Man ließ die Füllmasse in große schalenförmige Gefäße, die sogenannten Kuhler (Kühler) ab, ließ in diesen die Kristallisation beginnen und unter Rühren fortschreiten, so daß eine Füllmasse in die Formen kam, die in diesen nicht mehr gerührt (gestört) zu werden brauchte.

Eine weitere Verbesserung des Verfahrens ist die Bildung von Kristallen

chon während des Verkochens, das Kochen auf Korn, das sich mit dem Vakuumapparat allgemein verbreitet hat. Da die im Vakuum auf Korn verkochte Füllmasse eine für das Erstarren zu Brodzucker nicht hinreichend hohe Temperatur hat, so muß sie vor dem Einfüllen in die Formen erhitzt werden. Die früheren Kuhler haben deßhalb die Einrichtung und Wirkung von Anwärmern; sie sind nämlich mit einem Doppelboden versehen, um sie durch Dampf erhitzen zu können.

Nach dem Auskristallisiren des Zuckers aus der Füllmasse befindet sich zwischen den Zuckerkristallen die unkristallisirte Flüssigkeit, der Sirup, welcher natürlich entfernt werden muß, um trocknen Rohzucker oder Brodzucker zu erhalten. Unter günstigen Umständen fließt der Sirup zum großen Theil freiwillig von der festen Zuckermasse ab, wozu an den Kristallisationsgefäßen unten eine Oeffnung vorhanden ist. Was nicht abfließt, läßt sich auf die Weise beseitigen, daß man durch die poröse Zuckermasse eine reinere Zuckerlösung, einen reineren Sirup hindurchsickern läßt. Der dunklere Sirup wird dadurch verdrängt, die Zuckerkristalle werden abgespült. Diese Operation heißt das Decken. Bei Rohzucker ist die Trennung des Sirups von den Kristallen sehr bequem und rasch mittelst Schleudern zu bewerkstelligen.

Der von der ersten Kristallisation Rohzucker, erstem Produkt, abgelaufene Sirup enthält den Antheil kristallisirbaren Zuckers, welcher bei gewöhnlicher Temperatur durch das vorhandene Wasser in Lösung gehalten wird, und den Antheil, welcher durch den vorhandenen Nichtzucker, durch die sirupbildenden Stoffe, an der Kristallisation gehindert wird. Nach wiederholtem Verkochen bis zur Probe scheiden sich daraus wiederum Zuckerkristalle ab und zwar natürlich um so reichlicher, je weniger sirupbildende, die Kristallisation hindernde Stoffe zugegen sind.

Es entsteht daraus eine sehr poröse, leicht zu zerbröckelnde Zuckermasse, die, nach dem Trennen des Sirups den Rohzucker, zweites Produkt, giebt. Der von dem zweiten Produkte erhaltene Sirup giebt, nochmals verkocht, eine an Nichtzucker noch reichere Füllmasse, aus welcher sich nach längerer Zeit abermals Zuckerkristalle ausscheiden, das dritte Produkt; der von diesem getrennte Sirup liefert noch ein viertes Produkt. Auf diese Weise werden die „Nachprodukte“ erhalten. Der vom vierten Produkte ablaufende Sirup ist nun so reich an Nichtzucker, daß, ungeachtet sein Gehalt an kristallisirbarem Zucker noch etwa 50 Proz. beträgt, ein Auskristallisiren des Zuckers nicht mehr erfolgt, wenn derselbe auch abermals verkocht wird. Er stellt die Rübenmelasse dar.

Da das Kochen auf Korn nur bei zuckerreichem, an Nichtzucker armen Klärsel möglich ist, so können die Sirupe, welche man auf Nachprodukte verarbeitet, nicht auf Korn gekocht werden; Nachprodukte werden daher in der Regel blank gekocht und ebenso ausgefüllt.

Als Kristallisirgefäße dienten allgemein in früherer Zeit auch für Rohzucker die bekannten Formen (Zuckerhutformen); auch jetzt noch werden dieselben in manchen Fabriken benutzt; jetzt werden in Deutschland meistentheils die Kasten zur Aufnahme und zum Erkalten der Füllmasse angewendet.

Die tragbaren Kasten nimmt man entweder von quadratischem Querschnitt,

oben etwas weiter als unten, fast würfelförmig, oder von der zweckmäßigen Form, wie sie Fig. 114 zeigt. Sie fassen etwa 120 bis 125 Kil. Füllmasse.

Die Füllmasse für die ersten Nachprodukte (zweites und drittes Produkt) kommt meistens in größere, feststehende Kasten oder kleine Behälter, die Füllmasse für das letzte, vierte Produkt in sehr große, mehre hundert Zentner fassende eiserne Behälter, oder in die Erde gegrabene und dicht ausgemauerte Gruben, welche durch darüber oder dazwischen hingeleitete Dampfröhren geheizt werden können, um die Abkühlung zu verlangsamen und somit die Kristallisation vollständiger, die Kristalle größer werden zu lassen.

In den meisten Fabriken kommt jetzt die Füllmasse ersten Produktes, mag sie auf Korn oder blank gekocht sein, unmittelbar in die Fig. 114 abgebildeten Kasten; es ist dann auch überflüssig, dieselbe erst in einen größeren Behälter abzulassen. Man füllt die Kasten mittelst der Füllbecken, Fig. 115, oder

Fig. 114.

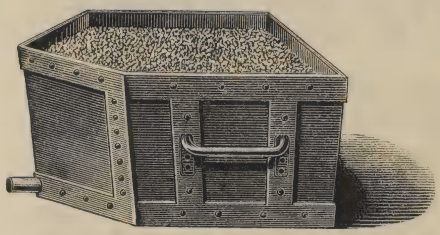
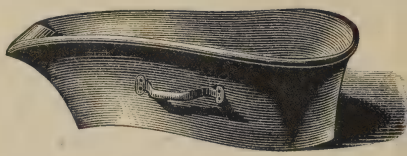


Fig. 115.



man läßt die Kasten unter dem Vakuum halbvoll laufen, trägt sie auf ihren Platz und füllt sie hier vollständig, der Reihe nach, so daß die Füllung in allen Kasten möglichst gleich wird. Um das Festhaften der erstarrten Zuckermasse zu verhindern, werden die Kasten vor dem Füllen mit einem feuchten Schwamme ausgewischt.

Die Kasten stehen in der Füllstube, deren Temperatur 30 bis 36° beträgt, auf niedrigen, aus Balken konstruirten Bänken von solcher Breite, daß die Abflußröhren (Tillen, Tüllen, Dillen) der Kasten über die Seiten hinausragen, wenn zwei Reihen von Kasten, mit dem Rücken an einander, darauf gestellt werden. An den Seiten der Bänke zieht sich nämlich eine Rinne hin zum Wegleiten des später abfließenden Sirups in einen eisernen Behälter. Die Tillen der Kasten sind mit einem Stöpsel aus Leinwand gestopft.

Je früher man von der in den Kasten erstarrten Zuckermasse den Sirup ablaufen läßt, ein desto schöneres erstes Produkt wird erzielt, aber natürlich desto weniger wird davon erhalten. Man zieht die Stöpsel nach 6 bis 12 Stunden, je nachdem man sich bei dem Verkaufe eines schöneren oder weniger schönen Produktes besser steht.

12 bis 18 Stunden nach dem Oeffnen der Tillen werden die Kasten gestochen. Man bohrt mit einem zugespitzten eisernen Dorne durch die Tille 3 bis 4 Zoll tief in die Kasten, um die das Abfließen des Sirups hindernden Kristalle zu beseitigen.

48 Stunden nach dem Füllen, auch wohl schon früher, kommen sie auf den

Boden, dessen Temperatur ebenfalls 30 bis 36° beträgt. Die Kasten werden hier zum zweiten Male gestochen, und zwar mit einem längeren Dorne, 10 bis 12 Zoll tief, damit der Sirup sich leichter nach der Tille hinzieht, und sie werden auf Böcken in einem Winkel von 45 Grad gekippt, die Tille nach unten. Der ablaufende Sirup fließt durch die unterhängende Rinne in den oben erwähnten Behälter. Das Stechen wiederholt man, je nachdem der Sirup mehr oder weniger gut fließt, noch einmal oder zweimal, nämlich am vierten und sechsten Tage.

Nach ungefähr acht Tagen werden die Kasten gelöscht, das heißt es wird der fertige Rohzucker, das erste Produkt, ausgestochen und ausgeschüttet. Der in der unteren Spitze des Kastens, vor der Tille befindliche Antheil, von welchem der Sirup nicht vollständig abgeflossen ist (die Koppe, Kuppe), wird dabei entfernt.

Von dieser Arbeitsweise findet man in den einzelnen Fabriken unwesentliche Abänderungen.

Ehe man Kasten als Kristallisationsgefäße für das erste Produkt benutzte, dienten große Formen (Bastern) als solche, und noch jetzt werden sie in einzelnen Fällen benutzt, weil, wegen ihrer bedeutenderen Höhe, der Sirup leichter abfließt und weil in denselben, wegen ihrer Verjüngung nach unten, nur ein kleiner siruphaltiger Antheil zurückbleibt. Manche Fabriken, z. B. solche, welche in der Regel auf Brodzucker arbeiten, aber, durch Verhältnisse bewogen, zeitweilig zur Rohzuckerarbeit übergehen, wenden die Melisformen an.

Nach etwa 12 Stunden kommen die Formen auf den Boden zum Ablaufen des Sirups. In der frühesten Zeit stellte man auf dem Boden jede Form auf einen Topf (Pott), der zur Aufnahme des Sirups diente; später benutzte man, und noch jetzt benutzt man ein hölzernes Gerüst oder Rahmwerk (Stellage), zum Aufstellen der Formen, so daß der Sirup aus einer Reihe Formen in eine Rinne, oder aus einer Gruppe Formen auf eine schiefe Fläche fließt. Wenn es nöthig ist, verhindert man das rasche Entstehen einer starren Kruste an der Oberfläche der Zuckermasse in den Formen, durch vorsichtiges Rühren mit einem kurzen hölzernen Messer. Die weitere Behandlung der Formen ist nun wesentlich gleich der der Kasten. Die Formen werden gestochen, um das Abfließen des Sirups zu fördern, und wenn dieser so vollständig abgelaufen ist, als es geschehen kann, werden die Formen gelöscht und die Kuppen dabei ausgeschieden.

Eine Reinigung des in den Formen zurückbleibenden Zuckers kann durch die schon oben erwähnte Arbeit des Deckens bewerkstelligt werden. Man hackt hierzu den oberen festen Theil des Zuckers einige Zoll tief auf, zerrührt das Aufgehackte mit Wasser zu einem dünnen Brei und giebt diesen Brei auf den geebneten Zucker der Form. Auch kann man einen von einem anderen Theile der Fabrikation stammenden reineren Sirup hierzu benutzen, wie dies namentlich dann geschieht, wenn die Rohzuckerfabrikation mit Raffinerie verbunden ist (s. hierüber unten).

Die aus den Kasten oder Formen erhaltene poröse, bröckliche Zuckermasse kommt nicht ohne Weiteres als erstes Produkt in den Handel, sondern wird zuvor zerkleinert, so daß sie in einzelne Kristalle zerfällt. Dies geschieht mittelst der Rohzuckermühle.

Die Trennung des Zuckers von dem Sirup durch Ablaufenlassen allein bleibt stets unvollständig und erschwert die mit dem Zucker vorzunehmenden Raffi-

nationsarbeiten. Der Erfolg wird verbessert durch Anwendung einer höheren Temperatur im Ablaufraum, und zwar um so vollständiger, je trockner oder fester die Füllmasse gekocht ist; bei einer gewissen Konzentration hört die Möglichkeit, den Sirup im erforderlichen Verhältnisse vom Zucker ablaufen zu lassen, ganz auf. Außerdem nimmt das Ablaufen viel Zeit und Raum in Anspruch.

Aus diesen Gründen hat die Trennung des Zuckers vom Sirup durch Ausschleudern mehr und mehr Verbreitung gefunden und wird jetzt nicht allein für Nachprodukte, sondern auch für erste Produkte überwiegend angewandt. Das Schleudern ist das einzige Mittel, weißen oder fast weißen und trocknen Zucker von hoher Reinheit in großer Menge aus der Füllmasse zu erzielen.

Das Schleudern der Füllmasse geschieht unmittelbar nach deren Erkalten, oft sogar noch im mehr oder weniger warmen Zustande, namentlich dann, wenn gut und scharf kristallisirte Füllmasse verarbeitet und sehr reiner Zucker (Kristallzucker) erzielt werden soll. Außer zu Kristallzucker werden auch diejenigen Füllmassen ersten Produktes warm geschleudert, welche in kleine Behälter (statt Kasten) auf scharfes Korn gekocht worden sind. Man erhält sehr hellen Zucker in wohl ausgebildeten Kristallen (Kornzucker), aber natürlich weniger, als wenn durch völliges Erkalten die Kristallbildung vollständiger stattgefunden hat.

Man kann die aus Formen, Kasten oder Behältern kommende Füllmasse nicht direkt in die Schleudern bringen, da sie bei ihrer verhältnißmäßigen Festigkeit sich nicht gleichmäßig in der Schleudertrommel vertheilen würde, was für Gang und Wirksamkeit dieser Maschine unbedingt erforderlich ist. Die Masse wird daher vorher gemaischt, d. h. in einen möglichst gleichförmigen halbflüssigen Brei verwandelt, welche Arbeit aber so ausgeführt werden muß, daß die Kristalle selbst unverletzt bleiben und nicht abgerieben oder gar zerrieben werden.

Man bedient sich hierzu allgemein der Fesca'schen Maischmaschine, von welcher zwei Arten zu unterscheiden sind, nämlich diejenige mit und die ohne Brechwerk. Erstere ist vorzüglich für erste Produkte bestimmt, welche sie auch dann richtig vorbereitet, wenn sie sehr harte und feste Massen darstellen. Die letztere, bisher verbreitetste, eignet sich mehr für zweite und Nachprodukte, wird jedoch häufig für alle Produkte gebraucht. Diese, als die einfachere, möge zuerst beschrieben werden.

Die Fesca'sche Zuckermaischmaschine, ohne Brechwerk, für Nachprodukte, ist in der Fig. 116, Vorderansicht, Fig. 117, Seitenansicht, Fig. 118, Grundriß, Fig. 119, Querschnitt durch den Rumpf, dargestellt.

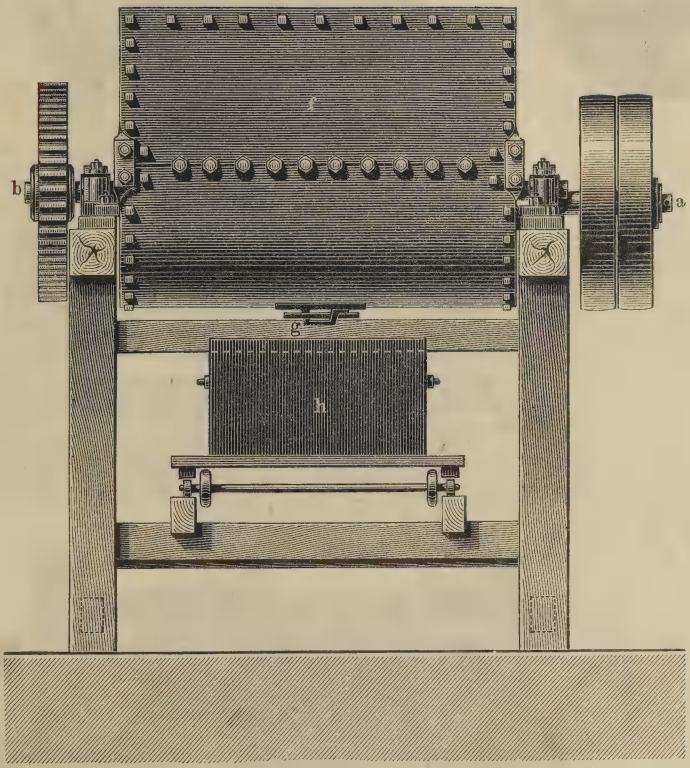
Die Vorgelegewelle *a* mit Fest- und Losriemenscheibe treibt mit Zahnrädern die Rührwelle *b*. Auf letzterer sitzen, spiralförmig versetzt, eine Anzahl kräftiger schmiedeeiserner Rührarme *c, c*; zwei Reihen feststehender Messer *d, d* und *e, e* bilden in dem Rumpf *f* einen, den ganzen Horizontalschnitt des Rumpfes abschließenden Tisch mit zwei Reihen Schlitzen, derartig, daß nur kleine Füllmasseklumpen durch diese Schlitze gehen können, während größere auf dem Tisch zurück gehalten werden.

Die Rührarme *c, c* streichen bei ihrer Drehung durch diese Schlitze, ohne daß sie dabei die Messer *d, d* und *e e* berühren, denn die Rührarme *c, c* sind schmäler als die Schlitze. Hierdurch drücken die Rührarme die in den Rumpf

geworfene Füllmasse zu kleinen Klumpen entzwei und durch die Schlitze hindurch und mischen in dieser Weise die Füllmasse schnell und gleichförmig mit dem zugegebenen Sirup oder Wasser, ohne die Zuckerkristalle wesentlich anzugreifen.

Die in dieser Weise gemaischte Füllmasse wird durch den Schieber *g* aus dem Rumpf *f* in das auf dem Rollentisch in dem Holzgerüst der Maschine stehende Füllbecken *h* abgelassen.

Fig. 116.



Die Figuren 120 bis 122 (S. 251 ff.) stellen die Fesca'sche Zuckermaischmaschine mit Brechwerk für erste, besonders für sehr fest kristallisirte Produkte dar.

Fig. 120 ist der Querschnitt, Fig. 121 die Seitenansicht, Fig. 122 die Vorderansicht mit Längsschnitt durch das Brechwerk; diese Figuren sind ohne weitere Erklärung verständlich.

Es ist schon vorhin angedeutet worden, daß man zu der Füllmasse, um ihre Flüssigkeit zu erhöhen, Sirup oder Wasser, oder beides hinzufügen kann. Dies geschieht bei Nachprodukten, deren Sirup, besonders bei niedriger Temperatur,

Fig. 119.

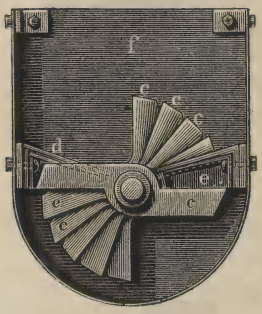
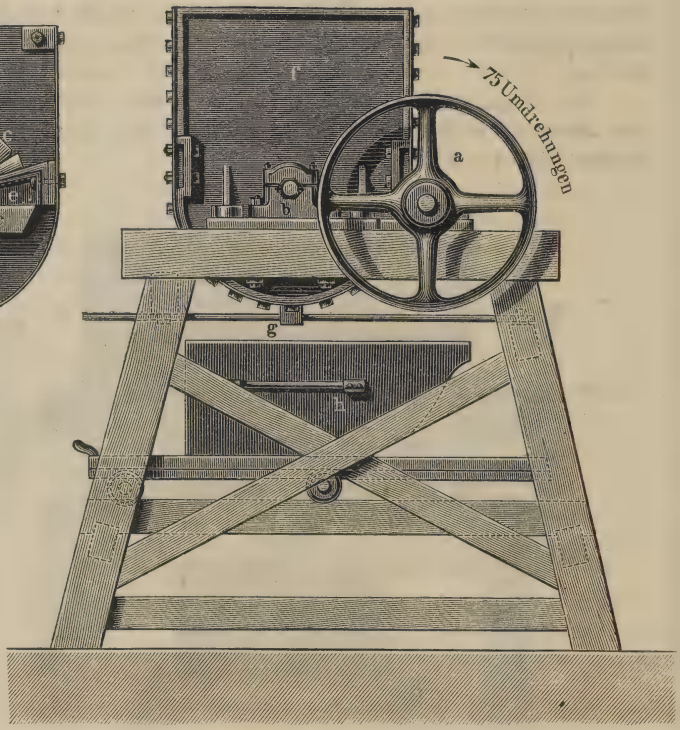
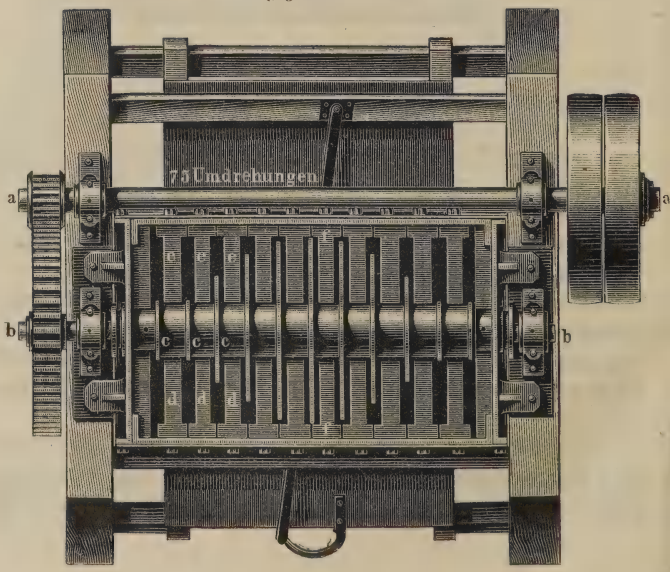


Fig. 117.



1 Meter.

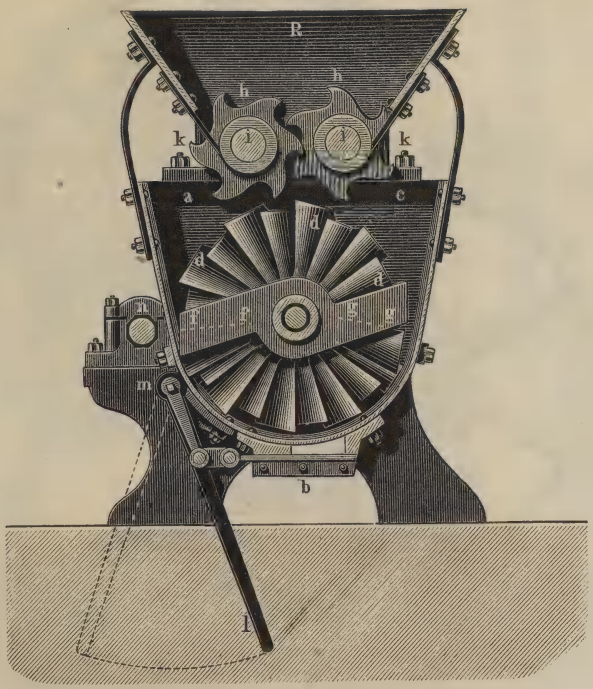
Fig. 118.



steif und wenig flüssig ist. Nimmt man zur Maische Sirup von der gleichen Masse, der von derselben vorher abgeschleudert worden, so wird nur die Beweglichkeit der ganzen Masse vermehrt; setzt man noch Wasser zu, so wird der Sirup selbst dünnflüssiger, aber es werden auch etwas Zuckerkristalle aufgelöst. Man erhält daher weniger, aber reineres Produkt. Endlich kann man etwas reineren Sirup mit der Masse maischen, doch geschieht dies seltener, weil dieser dann durch den geringeren Sirup verunreinigt wird.

Man wählt unter den möglichen Abänderungen diejenige, welche dem zu erreichenden Zweck jedesmal am besten entspricht. Im Allgemeinen kann man den Zusatz des eigenen, etwas verdünnten und erwärmten Sirups als am

Fig. 120.



zweckmäßigsten betrachten. Außer von der Art des zu erzielenden Produktes hängt der Zusatz beim Maischen auch noch von der Behandlung der Masse während des Schleuderns ab (s. u.).

Man findet zwei Arten von Schleuderkonstruktionen allgemein verbreitet.

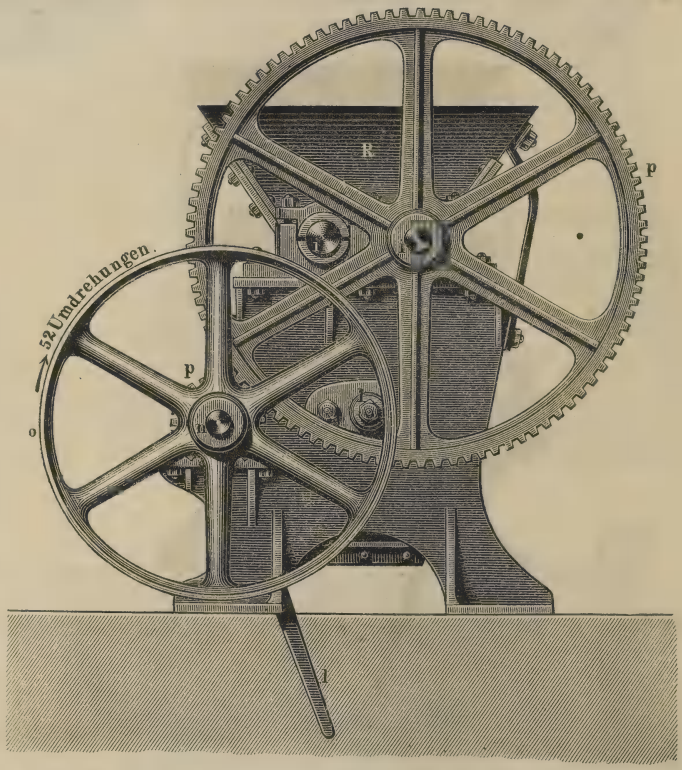
Die eine ist die Fesca'sche Zuckerschleuder oder Zentrifuge, welche in allen Punkten eben so eingerichtet ist, wie die S. 78, Fig. 36 bis 38, beschriebene und abgebildete Saftschleuder, nur wird sie von kleinerem Durchmesser genommen.

In Fig. 123 (S. 254) ist eine solche Zuckerschleuder im Aufriß dargestellt.

Dieselben Buchstaben bedeuten dieselben Theile wie in den bezeichneten Figuren und einer spezielleren Beschreibung bedarf es daher hier eben so wenig, wie einer wiederholten Darstellung des Grundrisses und des Spurlagers. *h* ist die Breikutsche, welche auf einer Hängeeisenbahn über einer Reihe von neben einander stehenden Schleudern hinläuft und durch den Schieber *h'* ihren genau für eine Ladung bemessenen Inhalt in die im vollen Laufe begriffene Schleudertrommel entleert.

g ist ein Trichter zum Eingießen des Sirups, mit welchem das ausgeschleu-

Fig. 121.



derte Produkt ausgedeckt werden soll, *fd* ein Dampfrohr, welches nebst dem aufzuschlagenden Deckel *E* für die Anwendung der Dampfdecke dient (s. S. 253).

Die zweite Form der Zuckerschleuder ist in Fig. 124 (S. 255) in äußerer Ansicht dargestellt.

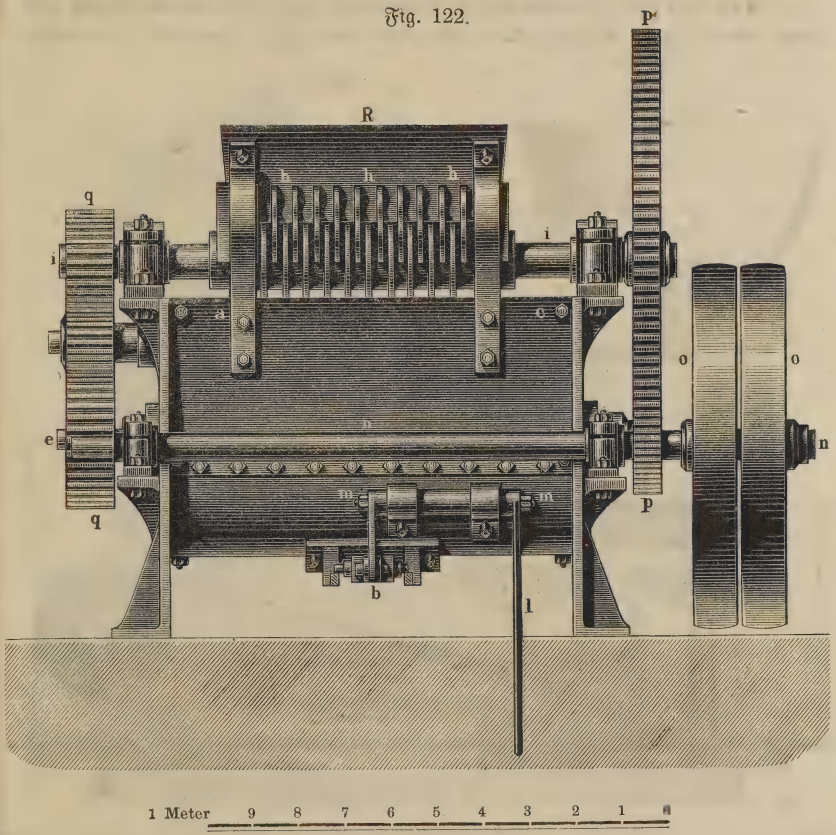
Die Bewegung erfolgt hier von oben und die Trommel ist von einem starken gußeisernen Mantel umgeben, welcher an einem aufgeschraubten Bocke die verschiedenen Bewegungstheile trägt.

Eine sehr wirksame Verbesserung, welche sich bei allen Schleudern leicht an-

bringen läßt, ist die sogenannte russische Dampfdecke, eine Bezeichnung, welche von anderen Einrichtungen hergenommen ist, bei welcher der Dampf als Deckmittel, d. h. zum Verdrängen des an dem Zucker zurückgehaltenen Sirups wirkt. Die russische Dampfdecke dagegen wirkt keineswegs als Decke, sondern fast nur durch Erwärmung und somit Verflüssigung des Sirups.

Diese Vorrichtung, wie sie z. B. an den Fesca'schen Schleudern angebracht und auch in Fig. 123 dargestellt ist, besteht im Wesentlichen in einem oberen

Fig. 122.



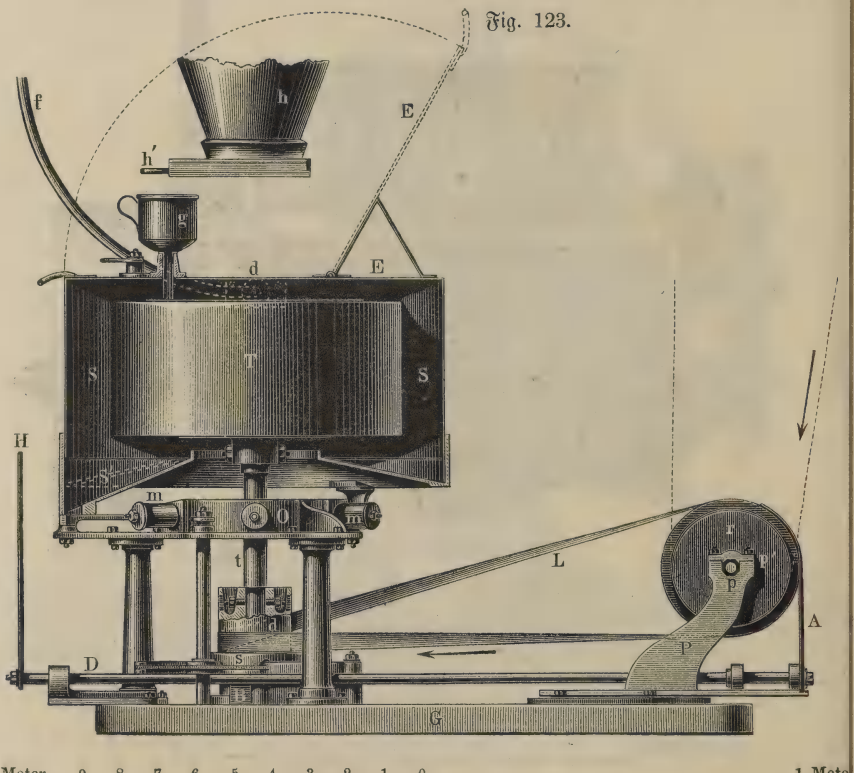
Verschluß der Sammeltrommel *S* durch den Klappdeckel mit Drehriegel *E*, und ferner in dem seitlichen bei *d* in die Sammeltrommel einmündenden Dampfschlauch *f*, welcher niedrig gespannten Rückdampf einführt.

Sowie die Trommel ihre Ladung erhalten hat, wird der Deckel *E* geschlossen und angeriegelt und nun Dampf durch *f* eingelassen. Dieser erwärmt die Zuckerladung von der am Siebe anliegenden Fläche her und macht den darin enthaltenen Sirup leichtflüssiger, so daß er schneller und vollkommener entweicht. Dabei findet keine oder nur unbedeutende Verdichtung von Wasser in der Füllmasse statt,

da diese mit dem Dampfe nur wenig in Berührung kommt; die Hauptwirkung besteht in der Erwärmung des Raumes zwischen Sammel- und Lauftrommel auf 30 bis 40°. Zweckmäßig bringt man in der Dampf- oder Rückdampfleitung einen kleinen Behälter zum Zurückhalten des demselben meist beigemengten Wassers an; auch befestigt man in der Sammeltrommel neben der Dampfeinmündung einen Blechstreifen, an welchem der Dampf sich stoßen und mitgerissenes Wasser sich niederschlagen kann; indessen ist dies nicht unbedingt nothwendig.

Diese russische „Dampfdecke“ ist namentlich auch besser als die bisher vielfach, namentlich bei Kristallzuckern angewandte eigentliche Dampfdecke, bei welcher

Fig. 123.

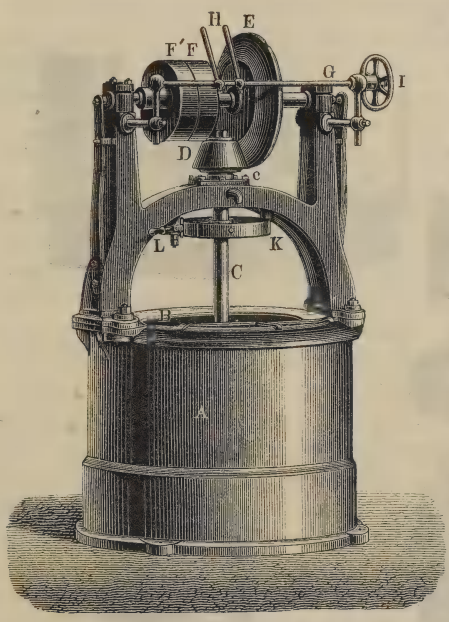


man in die Mitte der Schleuder, auf den Konus, Dampf strömen läßt, der sich dann nach dem Umfange der Trommel vertheilt und hier durch Bildung einer Zucker- und Siruplösung ausdeckend wirkt. Wie leicht ersichtlich kann dies nur unter Auflösung von Zucker geschehen; außerdem ist bei dem raschen Entweichen des Dampfes und dieser Lösung die Wirkung eine geringe und ungleiche und kann man den Dampf in dieser Weise auch nur bei sehr scharf und grob kristallisirten Produkten anwenden. Die äußere Dampfeinströmung dagegen paßt für alle Produkte.

Beim raschen Betriebe und der Darstellung von Rohzucker zum eigenen Bedarf in der Melisfabrikation wendet man auch häufig zu einer nur oberflächlichen und theilweisen Reinigung des ausgeschleuderten Zuckers eine Decke mit einer geringen Menge Wasser an, welches man auf den Konus gießt und von wo aus es in feinen Tropfen gegen die Zuckermasse geworfen wird, hier etwas Zucker löst und dann als reinerer Sirup den Sirup zwischen den Zuckerkristallen verdrängt.

Andere Methoden sind in letzterer Zeit vielfach in Anwendung gekommen, um in der Schleuder reineren Zucker zu erzielen, und obwohl dieselben vorzugsweise für reinere Massen sich eignen, als die meisten Rohzuckerfüllmassen sind, so ist doch der allgemein verfolgte Zweck auch die Vergrößerung der auf den ersten Wurf zu erhaltenden Menge ersten Produktes, und es findet daher die Besprechung dieser Verfahrungsweisen, des Zusammenhanges wegen, am besten an dieser Stelle statt. Einer allgemeinen Verbreitung erfreut sich bisher keine derselben, weil nicht alle für alle Verhältnisse passen und die Versuche in dieser Beziehung noch keineswegs abgeschlossen sind.

Fig. 124.



Diejenige Methode, welche in dieser Richtung zuerst einen eigenthümlichen Weg eingeschlagen hat, der seither mit Aenderungen mehrfach auch von Anderen befolgt worden, ist das Schröder-Weinrich'sche Deck- und Schleuderverfahren.

Die bei demselben benutzte Einrichtung der Schleuder ist in den Figuren 125, 126 und 127 (a. f. S) dargestellt, und zwar giebt Fig. 125 zwei Ansichten des oberen Theiles, Fig. 126 den Grundriß und Fig. 127 die Lufthaube allein.

Diese Schleuder unterscheidet sich von der Fig. 123 abgebildeten nur in der Konstruktion der Sammeltrommel und Lauftrommel. Die Sammeltrommel hat oben einen Verschlußdeckel *E* mit Lufthaube *h* und einer Sirupsdeckbrause *g* und ist dieser Verschlußdeckel zu seiner Befestigung auf der Sammeltrommel mit drei Drehriegeln versehen. Die Sammeltrommel hat ferner ein seitlich tangential abgehendes und mit einer Drehklappe versehenes Luftausgangsrohr *i*, welches die überflüssige warme, feuchte Luft aus der Sammeltrommel ableitet und in das Freie führt.

Der Verschlußdeckel *E* mit Lufthaube *h* hängt an dem Gurt *k* einer kleinen Schneckenradwinde, welche ohne besondere Arretirungsvorrichtung ihre darauf hängende Last in jeder Höhe festhält, und ist der Verschlußdeckel bei seiner Auf- und Abbewegung mittelst der Winde in Gradführungsstangen *ll* senkrecht geführt.

Die Lufthaube *h* hat den Zweck, aus eintretender Luft und Dampf einen heißen Nebel zu mischen, das Kondensationswasser, welches sich hierbei bildet, durch ein Rohr *n* abzuleiten und den heißen Nebel dann in die Lauftrommel einzuleiten. Letztere ist unbedingt mit einem Fesca'schen Gleichgewichtsregulator versehen.

Ferner hat die Lauftrommel in ihrem Innern eine Vorkehrung, welche dasjenige Kondensationswasser, welches sich aus dem aus der Lufthaube *h* in die Lauftrommel eintretenden heißen Nebel durch Berührung mit den kalten Wandungen der Lauftrommel niederschlägt, ableitet, bevor es mit der Zuckerladung der

Fig. 125.

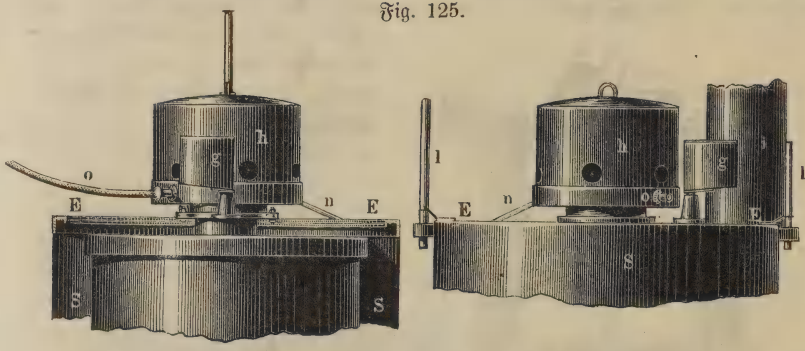


Fig. 126.

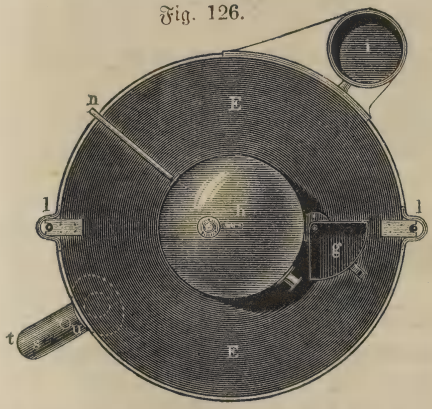
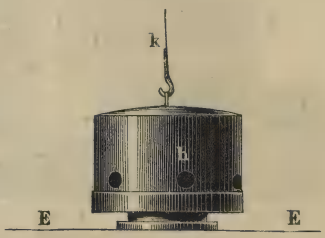


Fig. 127.



1 Meter 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 Meter.

letzteren in Berührung kommen kann. Der obere Rand der Lauftrommel ist mit Schubriegeln an ihr befestigt, so daß man ihn leicht abnehmen kann.

Das erste Produkt der Rübenzuckerfabrikation (oder dem ähnliche Nachprodukte von dem Raffiniren) wird für das Schröder-Weinrich'sche Schleuderverfahren auf mittelgrobes Korn zu einer Füllmasse von etwa 7 Proz. Wassergehalt gekocht, die Füllmasse 88 bis 90° (70 bis 72° R.) warm auf Ringsegmentformen gefüllt, darin auf 30 bis 38° (25 bis 30° R.) erkalten gelassen und dann gestürzt. Je fünf Stücke der so erhaltenen Ringsegmentbrode werden nach Ab-

nehmen des Randes der Lauftrommel in dieselbe eingesetzt und bilden eine ringförmige Füllmassenladung in derselben.

Ein gewisser Grad der Reinheit der Füllmasse ist erfahrungsmäßig erforderlich, damit die Ringsegmentbrode sich gut aus den Formen stürzen lassen, und alsdann auch Haltbarkeit genug besitzen, um in die Zentrifuge eingesetzt zu werden, ohne dabei zu zerbrechen oder sich zu verbiegen. Es soll die Füllmasse neben 7 Proz. Wasser nicht mehr als 8 bis 9 Proz. Nichtzucker enthalten. Enthält sie mehr Nichtzucker, so muß sie durch „Einwurf“ (Zusatz von reinerem Rohzucker) bis auf den genannten Reinheitsgrad verbessert werden.

Die aus den fünf Ringsegmentbroden gebildete Schleuderladung wird nun auf zweierlei Weise verarbeitet: entweder schleudert man sie ohne jede Dampfdecke auf Rohzucker, oder man deckt sie mittelst Dampfdecke und Sirupdecke zu weißer Konsumwaare aus.

Im letzteren Falle wird nach dem Einsetzen der Füllmassekuchen in die Lauftrommel zunächst die Sammeltrommel durch den Deckel *E* geschlossen, dann die Trommel in Gang gesetzt, die Klappe in dem Luftausgangsrohr *i* geschlossen und nun durch den Schlauch *o* so viel Rückdampf von etwa $^1/_5$ Atmosphäre Spannung in die Lufthaube *h* eingelassen, daß deren Thermometer 37 bis 43° zeigt. Hierdurch wird die Ladung während ihrer ersten Schleuderung in eine feuchte und warme Atmosphäre versetzt, welche das schnelle und vollkommene Entweichen ihres grünen Sirups wesentlich befördert. Einige Minuten nach der Ingangsetzung der Trommel erkennt man leicht, daß der größte Theil des grünen Sirups entwichen ist. Alsdann wird durch die Sirupdeckbrause *g* eine Sirupdecke — von der vorhergehenden Schleuderung stammend — gegeben und ein paar Minuten später die Drehklappe des Luftausgangsrohres *i* bis an den gegebenen Anschlag geöffnet und so viel mehr Rückdampf in die Lufthaube *h* eingelassen, daß deren Thermometer 56 bis 60° zeigt. Es durchstreicht dann gut entwässerter warmer Nebel den Zucker und deckt ihn in dieser Weise aus.

Die Dauer einer Schleuderung auf vollkommen ausgedeckte weiße Waare ist etwa 30 Minuten. Alsdann ist der erzielte Zucker noch schwach feucht und milde. Soll er in der Schleuder selbst zu festen, harten Stücken erstarren, so wird unmittelbar nach dem Abstellen des Dampfes der Deckel *E* der Sammeltrommel mittelst der Winde in die Höhe gehoben, die Trommel aber noch 8 bis 10 Minuten im vollen Gange erhalten.

Der in den letzten 15 Minuten jeder Schleuderung von der Trommel ablaufende Sirup ist so hoch polarisirend und rein, daß er gerade geeignet ist, um für die nächste Schleuderung als Sirupsdecke zu dienen.

Es giebt noch mehre Abänderungen des Schleuderverfahrens und einzelner Theile desselben, namentlich auch des Ausdeckens mit Dampf u. s. w. Sie zielen alle darauf hin, mit einfachsten Mitteln ein möglichst hohes Verhältniß reineren Zuckers, und zwar als Roh- oder als weißen Verbrauchszucker zu gewinnen. Man benutzt entweder Einsätze in die Trommeln (Jeschek, Mehrle u. A.), um diese gleichmäßig und reichlich mit zweckmäßig gekochten und gemaischten, grob krystallisirten und siruparmen Massen füllen zu können, oder man wendet verschiedene Decken (namentlich von reinerem Sirup) in passender Weise und mittelst beson-

derer Einrichtungen an (Fesca, Langen, Reischauer). Zu reinem weißen Zucker müssen begreiflich reinere Massen benutzt werden, als zu Rohzucker; im ersteren Falle wird das Produkt gemahlen (Farin) oder in Stäbe geformt und dann in Stücke zertheilt (Würfelzucker); man benutzt Raffinerie- oder Melisklärsel (s. u.).

Mag nun das erste Produkt gewonnen sein, wie es wolle, so wird (bei der Rohzuckerfabrikation) der abgegangene (grüne) Sirup wieder zur starken Fadenprobe verkocht. Das Verkochen auf Korn ist wegen des ungünstigen Verhältnisses zwischen Zucker und Nichtzucker nicht möglich, es wäre denn, daß man den Sirup durch irgend welchen Zusatz verbessert hätte. Will man den Sirup vom auskristallisirten zweiten Produkte freiwillig abfließen lassen, so kommt die Füllmasse für das erste Produkt auch auf Kasten (resp. auf Bastardformen). In diesen ist die Behandlung der Zuckermasse wie bei dem ersten Produkte, nur werden die Stöpsel erst 24 Stunden nach dem Füllen der Kasten gezogen und das Löschen geschieht erst nach 9 bis 10 Tagen.

Fast ganz allgemein bewerkstelligt man jetzt aber die Trennung des Sirups vom zweiten Produkte durch Schleudern. Eben für diesen Zweck, überhaupt zur Trennung des Sirups von den Nachprodukten, wurden die Schleudern in die Rübenzuckerfabriken eingeführt. Die Füllmasse kommt dann nicht in die Kasten (bez. Formen), welche für das erste Produkt dienen, sondern sie kommt in größere eiserne Kristallisationskasten von z. B. 2 Kubikmeter Inhalt. Nach hinreichendem Auszuckern schleudert man die gemaischte Zuckermasse unter Zusatz von etwas Wasser oder Sirup, deckt mit Wasser oder Dampf und zwar mehr oder weniger, je nachdem das zweite Produkt heller ausfallen soll. Das gedeckte zweite Produkt ist fast stets etwas weißer, als das nur durch freiwilliges Abfließen des Sirups gewonnene erste Produkt, aber weniger kräftig von Korn.

Der vom zweiten Produkte abgelaufene oder geschleuderte Sirup wird auf drittes Produkt verkocht. Die Füllmasse kommt in die großen Kristallisationsbehälter von beiläufig 6 bis 10 Kubikmeter Inhalt, die entweder in der Füllstube, oder in einem durch Heizröhren auf 30 bis 36° erwärmten Raum stehen. Man nimmt beim Kochen dieses Sirups die Probe meistens etwas schwächer, als für das zweite Produkt; kocht man auf stärkere Probe, so erhitzt man die Füllmasse im Vakuum bis auf etwa 80°, um sie mehr zu verflüssigen und um die Abkühlung zu verlangsamen. Nur so erhält man eine Zuckermasse, welche zum Schleudern geeignet ist. Ob sich nämlich aus einer erstarrten Zuckermasse der Sirup durch Schleudern von dem Zucker trennen läßt oder nicht, hängt keineswegs von der Menge des vorhandenen Zuckers ab, sondern von dessen Beschaffenheit. Die Zuckerkristalle müssen dazu eine gewisse Größe haben; sind sie zu klein, so gehen sie beim Schleudern mit dem Sirupe durch das Sieb. Von Zuckermassen, welche sich nicht mit Vortheil schleudern lassen, muß man den Sirup ablaufen lassen; der so erhaltene siruphaltige Zucker dient dann zum Einwurf, oder wird für sich verarbeitet. Je nach den Umständen und je nachdem die Masse auszuckert, wird das dritte Produkt, früher oder später, wie das zweite geschleudert und gedeckt.

Der vom dritten Produkte gewonnene Sirup wird nun abermals ver-

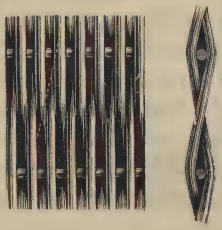
kocht, auf viertes Produkt. Die Probe ist hier immer nur schwache Fadenprobe und man erwärmt die Füllmasse im Vakuum, nachdem man etwas Luft eingelassen, auf 90 bis 95° (70 bis 75° R.) vor dem Ablassen. Die Füllmasse kommt entweder in sehr große Behälter (bis zu 30 Kubikmeter Inhalt), die frei in dem geheizten Sirupkeller stehen, oder in sogenannte Erdbassins, in der Erde liegende, ausgemauerte Gruben, zum Theil mit durchgehenden Heizröhren. Das Auskristallisiren des Zuckers erfolgt hier sehr langsam; wiederholtes Erwärmen in den Gruben oder Behältern auf 50° scheint es zu beschleunigen. Die dunkel gefärbte Masse wird in der Regel gegen Ende des Sommers, vor dem Beginn der Rübenarbeit, oder zu Anfang dieser, also vom August zum September, geschleudert.

Je länger das Auskristallisiren bei erhöhter Temperatur dauert, desto mehr und größere Kristalle werden erhalten. Kann das vierte Produkt nicht geschleudert werden, so läßt man den Sirup nur ablaufen. Derselbe ist die Melasse. In manchen Fabriken werden nur drei Produkte dargestellt; der vom dritten getrennte Sirup ist dann Melasse.

Es ist noch anzuführen, daß namentlich die dritten und vierten Produkte die Erscheinung des Fettkochens zeigen können, und zwar vorzugsweise, wenn bei der Saftreinigung viel Kalk angewandt wurde. Es gilt dann das oben Gesagte (S. 240). Ohne Säurezusatz sind die Sirupe oft gar nicht zu verkochen und es fallen solche Produkte meist unter die zuerst angeführte Art der fettkochenden.

Wenn das vierte Produkt umgearbeitet werden soll, pflegt die Trennung des Sirups von demselben nicht sorgfältig ausgeführt zu werden. Man schleudert dann die Zuckermasse vielfach nicht, sondern giebt sie zum Ablaufen in Kasten, in denen sich, etwa einen halben Zoll hoch über dem Boden, ein Drahtsieb als Siebboden befindet, das, wie Fig. 128 zeigt, geflochten ist. Größere Stücke der Zuckermasse werden mit einem Spaten zerstoßen. Warme, feuchte Luft des Lokals fördert das Ablaufen. Dieses wird nothwendig, wenn die Kleinheit der Kristalle die Schleuder ausschließt, oder doch deren Anwendung unvortheilhaft macht, wird aber nicht mehr so allgemein wie früher angewendet.

Fig. 128.



Seit einigen Jahren kommt unter dem Namen Kristallzucker ein sehr reiner, aus verhältnißmäßig großen, einzelnen Kristallen bestehender Rohzucker in den Handel. Für die Darstellung desselben gilt alles, was bei dem Kochen auf Korn über die Erzielung eines kräftigen Korns (großer Kristalle) gesagt wurde. Das erste Erforderniß ist ein vollkommen tadelloser Saft (Klärsel) mit möglichst günstigem Verhältnisse zwischen Zucker und Nichtzucker; ein Klärsel, erhalten durch Einwerfen von Zucker in den Dünn- oder Dicksaft, vor dessen Filtration, liefert deßhalb besonders schönen Kristallzucker.

Man nimmt von dem Safte so viel in das Vakuum, als etwa dem dritten Theile der zu verkochenden Menge entspricht und beginnt mit dem Nachziehen, wenn so weit verkocht ist, daß beim Blankkochen in einer Viertelstunde abgelassen werden könnte. Nach 5- bis 8maligem Nachziehen, während man den Saft immer

noch leicht gehalten hat, kocht man etwas weiter herunter, dann sieht man beim Nachziehen die schönen Kristalle entstehen. Nunmehr gilt es, die Kristalle, durch die bekannten Handgriffe, weiter auszubilden. Niemals darf die Masse zu weit herunter gekocht werden, die Kristalle müssen stets frei schwimmen. Je länger man das Kochen ausdehnt, desto größer werden die Kristalle; daher bedarf man eines großen Vakuums, um recht große Kristalle zu erhalten, denn nur in einem solchen läßt sich das Verkochen lange genug (bis 7 Stunden) hinziehen.

Man kocht jetzt mit sehr niedriger Temperatur, 60° (48° R.), wozu eine sehr kräftige Kondensation erfordert wird, während man früher die Temperatur höher, wie beim Meliskochen, hielt (75 bis 80° C.).

Sind die Kristalle vollständig ausgebildet, so wird die Zuckermasse so weit eingekocht, bis beim Probenehmen die Kristalle trocken neben einander liegen und die Masse kaum noch aus dem Abflußrohre läuft. Man thut daher gut, die Ausflußöffnung (Konus) recht weit machen zu lassen und dem Abflußrohre viel Gefälle zu geben, damit bei dem Ablassen nicht zuviel Zeit vergeht.

Die Füllmasse kommt auf die gewöhnlichen Kasten und wird nach 24 Stunden geschleudert. Zum Decken bereitet man sich wohl besonderen Decksirup. Wendet man Wasser oder Dampf zum Decken an, so leiden begreiflich die Kristalle.

Nach dem Schleudern breitet man den Zucker auf dem Boden aus und arbeitet ihn während des Trocknens wiederholt durch, damit die Kristalle nicht aneinander haften. In neuerer Zeit trocknet man auf einem Boden, dessen Temperatur 30 bis 35° ist.

5) Die Melasse.

Unter Melasse versteht man den bei der Kristallisation des letzten Nachproduktes bleibenden Sirup, oder genauer denjenigen Sirup, welcher durch ein nochmaliges Verkochen keinen in Kristallform sich abscheidenden Zucker mehr giebt. Es ist in dieser Beziehung zu bemerken, daß auch Sirupe als Melasse in den Handel kommen, welche zwar noch durch ein weiteres Verkochen Zucker liefern würden, bei welchen aber Markt- und andere Verhältnisse diese Verarbeitung weniger lohnend erscheinen lassen, als die direkte Veräußerung an die Brennereien. Diese sogenannten Melassen sind wohl von den eigentlichen zu unterscheiden, und das Folgende kann natürlich nur für die letzteren strenge Geltung haben, die bei keiner irgendwie erzielten weiteren Konzentration eine Abscheidung von Zuckerkristallen ergeben.

Solche Melasse, welche ohne irgend welchen Zusatz von Wasser oder Sirup kristallfrei aus den Schleudern hervorgeht oder durch Ablaufenlassen des letzten Produktes erhalten wird, zeigt 85 bis 86 Proz. Ball. (45° B.) und enthält 16 bis 19 Proz. Wasser oder 81 bis 84 Proz. Trockensubstanz. Meist ist sie durch bei dem Schleudern verbrauchtes Wasser etwas verdünnt und zeigt nur 79 bis 82° Ball. (42 bis 43° B.). Ueber die Ermittelung dieser Dichte sehe man unten S. 269.

Im Mittel beträgt der Zuckergehalt der (konzentrirtesten) Melasse 50 Proz., er wechselt zwischen 46 und 53 Proz., Invertzucker ist in wechselnden Mengen, zuweilen gar nicht vorhanden, letzteres im Falle freien Alkaligehaltes, wohl in Folge der Zersetzung des Invertzuckers bei Temperaturerhöhung und langer Ein-

wirkung der, wenn auch geringen Alkalimengen. Melassen von saurer Reaktion, namentlich solche, welche von der Raffinierearbeit und von weniger sorgfältiger Fabrikation herstammen, enthalten besonders häufig Invertzucker, zuweilen in bestimmbaren, Prozente betragenden Mengen.

Die übrigen Bestandtheile der Melasse sind sehr verwickelter und noch wenig gekannter Natur. Durch Verbrennung erhält man 9 bis 12 Proz. Asche, welche hauptsächlich aus kohlensaurem Kali und Natron, ferner aus Kalksalzen, Chlormetallen, schwefelsauren Salzen u. s. w. besteht.

Als eine Haupteigenschaft der organischen Bestandtheile der Melasse in ihrer Gesammtheit muß angesehen werden, daß sie derGesammtlösung in ihrer zum Theil salzartigen Verbindung mit den unorganischen Stoffen eine derartige äußere Beschaffenheit verleihen, daß dadurch die fernere Abscheidung des gelösten Zuckers in Kristallform, theils durch das Verhalten zum Wasser, theils durch die zähe Beschaffenheit der Lösung verhindert wird.

6) Die Untersuchung der Produkte und die Ausbeutebestimmung.

Bestimmung des Zuckers. Die Bestimmung des Zuckers geschieht mittelst des Polarisationsinstrumentes, welches auf folgendem physikalischen Gesetze beruht: Licht, welches durch einen Kristall von isländischem Kalkspath hindurchgegangen und dadurch in einen eigenthümlichen Zustand versetzt worden ist (in welchem man es als polarisirtes bezeichnet) erleidet, wenn es hierauf durch eine Auflösung von Zucker geht, einen gewissen Einfluß, welcher in einer Abweichung von seiner vorherigen Richtung besteht. Diese Abweichung, welche ursprünglich in einer Drehung besteht, wird mittelst des Polarisationsinstrumentes gemessen. Dasselbe besteht der Hauptsache nach aus einem Theile, in welchem das Licht durch den Durchgang durch den Kalkspath zu „polarisirtem" gemacht wird; ferner einer Röhre von bestimmter Länge, in welcher die Zuckerlösung befindlich ist, durch welche das polarisirte Licht hindurch geht, und endlich einem Apparate, mittelst dessen die Abweichung, welche das Licht erlitten hat, gemessen wird; letzteres geschieht durch die Beobachtung bestimmter Farbenveränderungen, welche man beim Hindurchsehen durch das Instrument wahrnimmt. Die (optischen) Mittel, durch welche diese hervorgerufen und benutzt werden, können hier nicht näher erörtert werden.

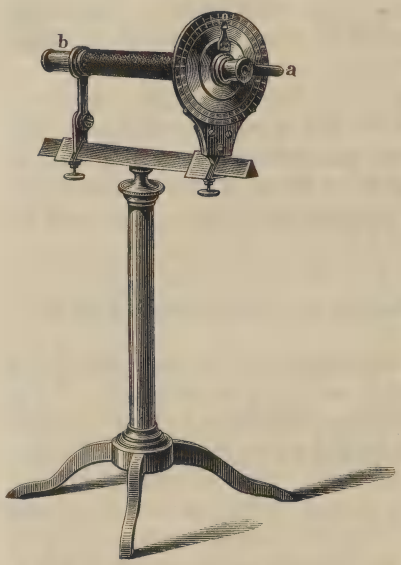
Da die Länge der Röhre, und mithin die Ausdehnung der Zuckerlösungsschichten, immer dieselbe bleibt, so steht die Abweichung oder Drehung von der ursprünglichen Lichtrichtung im Verhältniß zu der Menge Zucker, welche in der Lösung enthalten ist. Man kann daher aus der Stärke dieser Abweichung die Menge des in der Lösung enthaltenen Zuckers erkennen, und der ganze Apparat ist so eingerichtet, daß dies leicht und sicher geschehen kann.

Der Polarisationsapparat wird so aufgestellt, daß er gegen ein helles Licht (Gas- oder Petroleumlampe) gerichtet, und der erstgenannte Theil, den man den polarisirenden nennen kann, dem Lichte zugekehrt ist, während sich der zuletztgenannte, der Beobachtungstheil, dem Auge zunächst befindet. Beide sind auf einem passenden Gestelle so weit von einander entfernt befestigt, daß die Röhre

mit der Zuckerlösung, welche 200 Millimeter lang ist, in eine passende Unterlage zwischen beiden eingelegt werden kann.

Fig. 129 zeigt einen solchen Apparat von der einfachen Mitscherlich'schen Einrichtung. Der Theil *b* ist der polarisirende, der Theil *a* der Beobachtungstheil; dazwischen ist eine Röhre eingesteckt, welche, um das äußere Licht abzuhalten, in einer Pappröhre eingeschlossen ist. Die Röhre selbst, von sehr genau abgemessener Länge, besteht aus Glas und ist an beiden Enden durch genau passende Glasscheibchen verschlossen, welche mittelst metallener Schraubenfassungen dicht angedrückt werden.

Fig. 129.



An dem vorderen, dem Beobachtungstheil, befindet sich eine kleine Zunge, bei *a*, mittelst welcher man denselben drehen kann, wobei sich der kleine Zeiger über eine eingetheilte Messingscheibe bewegt. Bei der Beobachtung findet mittelst dieser Drehung die Einstellung und auf dieser Scheibe die Ablesung statt. In der Figur ist der Zeiger als auf dem Nullpunkte stehend dargestellt.

Wenn man die Röhre mit reinem Wasser gefüllt in den Apparat legt, so daß dieser mit dem Theile *b* nach einer hellen Flamme gerichtet ist, und man den auf dem Theilkreise gleitenden Zeiger auf den Nullpunkt der Theilung (wie in der Figur) rückt, so muß sich beim Einsehen in den Apparat die Oeffnung der hinteren Röhre als eine kleine Scheibe zeigen, die dunkel erscheint, bis auf zwei einander gegenüberliegende, schwach erhellte Ränder. Die stärkste Verdunkelung, der dunkelste Streifen, muß genau durch die Mitte der Scheibe gehen.

Die genaue Feststellung des Nullpunktes des Apparates ist von der größten Wichtigkeit. Gewöhnlich wird der Punkt von dem Mechaniker, welcher das Instrument liefert, bestimmt; der Theil *b* bleibt dann für immer unverändert. Sollte sich zeigen, daß der Punkt nicht genau bestimmt ist, so muß man den Zeiger genau auf den Nullpunkt des Theilkreises stellen, die Schraube, welche den hinteren polarisirenden Theil festhält, lockern und nun diesen auf das Genaueste so stellen, daß sich beim Einsehen in den Apparat die oben angegebene Erscheinung zeigt, daß nämlich die Verdunkelung der Scheibe genau durch deren Mitte geht. Dann wird die Schraube wieder angezogen.

Dreht man den Zeiger auf der Kreistheilung nach rechts, so erhellt sich die Scheibe mehr und mehr, und die größte Helligkeit zeigt sich bei 90°. Dann vermindert sich die Helligkeit wieder, bis bei 180° wiederum die stärkste Verdunkelung eintritt. Aehnlich ist es auch, wenn man den Zeiger nach links dreht. Da sich der Punkt der größten Helligkeit nicht genau bestimmen läßt, wohl aber der Punkt der größten Verdunkelung, so hat man letzteren als Nullpunkt gewählt.

Legt man die Röhre, anstatt mit Wasser, mit farbloser Zuckerlösung gefüllt, in den Apparat und stellt man nun den Zeiger auf 0^0, so erscheint die Scheibe nicht mehr verdunkelt, sondern hell und gefärbt, und dreht man den Zeiger nach rechts, so treten die Farben in der Ordnung gelb, grün, blau, violett, roth auf. Am leichtesten ist die Grenze zwischen Blau und Violett einzustellen, und mit dieser bestimmt man den Betrag der Drehung. Muß man z. B. den Zeiger um 20^0 nach rechts drehen, bis die Scheibe halb blau, halb violett erscheint, so sagt man, die Zuckerlösung drehe 20^0 rechts.

Die Drehung ist, wie oben gesagt, stets im Verhältniß zu dem Gehalte der Lösung an Zucker, da die Länge der Röhre unverändert dieselbe bleibt. Hat man mit dem Apparate gefunden, daß eine Zuckerlösung, welche in 100 Kbzm. 15 Grm. Zucker enthält, 20^0 rechts dreht, so entspricht eine beobachtete Drehung von 14^0 10,5 Grm. Zucker in 100 Kbzm. der Lösung ($20 : 15 = 14 : 10{,}5$). Ermittelt man das spezifische Gewicht der Lösung und dividirt man 10,5 durch das spezifische Gewicht, so erfährt man den Gehalt der Zuckerlösung in Gewichtsprozenten. Macht man aus 15 Grm. eines Zuckers, oder einer zuckerhaltigen Substanz, 100 Kbzm. Lösung, untersucht man das Drehungsvermögen der Lösung in dem Apparate und multiplizirt man die gefundenen Grade der Drehung mit 5, so erfährt man den Zuckergehalt des Zuckers oder der Substanz in Gewichtsprozenten. 15 Grm. reiner Zucker, auf diese Weise gelöst, drehen nämlich, wie gesagt, 20^0; diese Zahl, mit 5 multiplizirt, giebt 100, was anzeigt, daß der Zucker reiner Zucker ist. Geben 15 Grm. Rohzucker zu 100 Kbzm. gelöst, eine Lösung, welche 19^0 dreht, so enthält der Rohzucker $19 . 5 = 95$ Proz. reinen krystallisirbaren Zucker.

Für die Behandlung der Zuckerlösung behufs ihrer Entfärbung u. s. w. gilt dasselbe, wie für die Bestimmung mit dem Soleil'schen Apparat (s. u.). Diese unterscheidet sich von der eben besprochenen nur durch die Größe des Normalgewichtes. Der Umstand, daß man beim Mitscherlich'schen Instrumente die gefundenen Zahlen mit 5 multipliziren muß, ist die Veranlassung, daß die erhaltenen Zahlen viel weniger genau ausfallen.

Von der Anwendung dieses Apparates zur Untersuchung des Rübensaftes ist oben S. 23 die Rede gewesen. Die zuletzt erwähnte Fehlerquelle enthält der für Zucker, Sirupe und Füllmassen viel mehr zu empfehlende und auch in den meisten Fällen benutzte Soleil'sche oder Ventzke-Soleil'sche Apparat nicht.

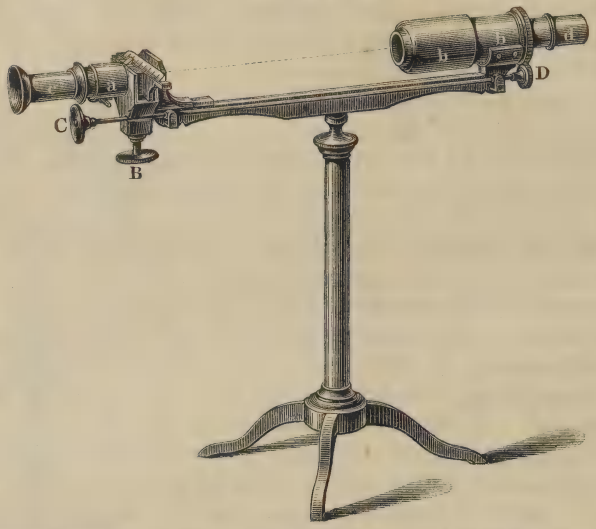
Ein solcher Apparat ist in Fig. 130 (a. f. S.) dargestellt.

Der Theil *d b* ist der der Lichtquelle zunächst befindliche, der polarisirende. Der entgegengesetzte *a c* ist der Beobachtungstheil. Die Röhre mit der Zuckerlösung findet dazwischen ihren Platz — dieser ist hier nur durch eine punktirte Linie angedeutet — und wird durch eine in *b* befindliche Feder an diesem Platze festgehalten.

Bei *c* befindet sich ein kleines Fernrohr, welches nach dem Auge des Beobachters eingestellt werden kann. Sieht man durch dasselbe und durch den Apparat, so erscheint, wenn dieser auf 0 steht und die eingelegte Röhre leer ist, oder reines Wasser enthält, eine helle Scheibe, welche in Folge der eigenthümlichen Einrichtung des Apparates durch einen feinen schwarzen Strich in zwei Hälften getheilt ist.

Diese Scheibe kann je nach der Stellung des äußersten Röhrenstückes *d* eine verschiedene Färbung haben und der Knopf *C* dient dazu, *d* zu drehen, so daß

Fig. 130.

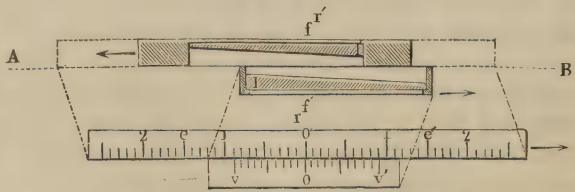


man die zur Beobachtung geeignetste erhält. Als solche ist in der Regel die hellste zu wählen, weil bei derselben die jedesmalige Einstellung des Instrumentes am sichersten geschieht. Es gilt dies sowohl bei der Einstellung auf 0, als auch bei irgend welcher Zuckerbestimmung. Der Knopf *C* ist also immer so zu drehen, daß die hellste Farbe erscheint.

Die Ablenkung des polarisirten Lichtstrahles wird bei diesem Instrumente nicht unmittelbar durch die bewirkte Drehung, sondern mittelbar durch Verschiebung zweier feiner keilförmiger Quarzplatten gemessen, welche durch den Knopf *B* bewirkt wird.

Fig. 131 zeigt diese Platten und die an denselben befindlichen Maßstäbe oder Skalen vergrößert. Die Platten sind so eingerichtet, daß sie durch Be-

Fig. 131.



wegung des Knopfes *B* übereinander geschoben werden, bis eine gewisse Wirkung (s. u.) auf die Farbe der beiden Hälften der gefärbten Scheibe erzielt wird. Der Grad, bis zu welchem dieses Uebereinanderschieben geschieht, wird dann an der Skala *e e'* und dem Nonius *v v'* gemessen und ergiebt, in Folge der Konstruktion des Instrumentes, eine Zahl, woraus der gesuchte Zuckergehalt folgt. Die Skala

ee' steht mit der Platte f, der Nonius vv' mit der Platte f' in Verbindung und verschiebt sich damit so, daß man Grade und Zehntelgrade der Skala ablesen kann.

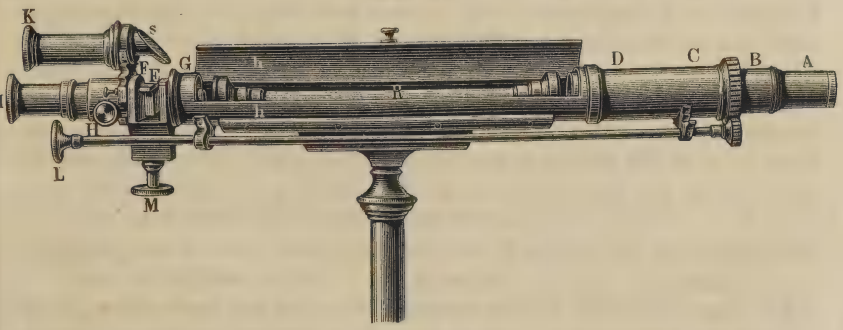
Wenn man in die Glasröhre eine ganz oder doch nahezu farblose Zuckerlösung bringt und nun durch den Apparat nach dem Lichte sieht, so erscheinen die beiden Hälften der hellen Scheibe nicht mehr, wie vorher, gleichfarbig, sondern von verschiedener Farbe, z. B. die eine blau, die andere roth. Dreht man nun den Knopf B und verschiebt man dadurch die Quarzkeile, so findet man nach einiger Uebung leicht einen Punkt, wo die Farbengleichheit wieder hergestellt ist. Die entsprechende Ablesung an der Skala ist die Zahl, welche den Zuckergehalt ergiebt und zwar unter folgenden Verhältnissen.

Wenn man 26,048 Grm. reinsten Zucker zu genau 100 Kbzm. Lösung auflöst, und diese Lösung in die Röhre bringt und in dem Apparate der Beobachtung unterwirft, so tritt die gesuchte Farbengleichheit der beiden Scheibenhälften ein, wenn die Ablesung der Skala mit dem Nonius 100 ergiebt. Löst man statt reinen Zuckers eben so viel mehr oder weniger verunreinigten ebenfalls zu 100 Kubikzentimeter auf, so findet die Farbengleichheit bei einem verhältnißmäßig niedrigeren Skalapunkte statt, welcher dann unmittelbar den Gehalt der aufgelösten Substanz an reinem Zucker in 100 Gewichtstheilen ergiebt (s. u.).

Eine durch Scheibler verbesserte Form dieses Instrumentes zeigt die Fig. 132.

Zunächst ist die Art, wie das Beobachtungsrohr R in der zur Hälfte deckel-

Fig. 132.



förmig aufzuschlagenden Hülse hh liegt, ersichtlich. Es wird hierdurch nicht nur gegen früher das Einlegen sehr erleichtert, sondern auch das störende Außenlicht abgehalten und die richtige Lage der Röhre vollkommen sicher gestellt.

Eine in gleichem Maße die Beobachtung erleichternde Verbesserung betrifft die Ablesung der Grade an der Skala. Dazu ist parallel mit der Längsaxe des Instruments, also horizontal, eine Lupe K angebracht, welche in Verbindung mit dem unter 45° geneigten Spiegel s das Bild der Skala so zeigt, daß man nach der Einstellung nur das Auge etwas zu erheben braucht, um abzulesen, während dies früher nur von oben her und mit Unbequemlichkeit geschehen konnte.

Wichtiger noch ist die abgeänderte Einrichtung der Quarzkeile:

An die Stelle der bei den früheren Instrumenten gegen einander verschiebbaren sind nämlich Keile gesetzt, von welchen nur der eine, die Skala tragende,

beweglich, der andere, den Nonius tragende, aber fest ist. Hierdurch ist eine viel dauerhaftere Bewegung des ersteren Keiles mittelst der Stellschraube ermöglicht und eine sogenannte todte Bewegung dieser Schraube tritt bei längerem Gebrauche nicht so leicht ein.

Hauptsächlich aber kann die Nullpunktlage beider Keile durch unrichtiges Einsetzen der letzteren, im Falle sie durch Ueberschraubung in Unordnung geriethen oder behufs deren Reinigung herausgenommen werden müßten, unmöglich verändert werden.

Außerdem aber ist dadurch, daß der an dem feststehenden vorderen Keile angebrachte Nonius mittelst drehbaren Schlüsselkopfes um eine kleine Größe verschiebbar gemacht ist (ohne daß der Keil selbst seine Lage ändert), die Richtigstellung des Nullpunkes aufs sicherste und leichteste möglich gemacht. Für die älteren Instrumente war für diesen Zweck empfohlen, den Schraubenkopf rechter Hand vor den Quarzkeilen zum Einstellen auf Farbengleichheit bei der Nullpunktstellung der Keile zu benutzen, was jedoch unstatthaft ist. Jetzt ist dem Uebelstande aufs wirksamste und einfachste abgeholfen und die Richtigstellung des Instrumentes leicht und sicher auszuführen, ohne daß an dessen innerer Einrichtung das Geringste geändert würde.

Das auch noch in anderer Beziehung verbesserte Instrument besteht im Uebrigen aus derselben Reihenfolge optischer Theile, wie das oben beschriebene.

Um mittelst des Soleil-Ventzke'schen oder Soleil-Scheibler'schen Instrumentes Bestimmungen des Zuckers auszuführen, hat man sich zunächst von der Genauigkeit des Null- und des 100-Punktes zu überzeugen. Man legt hierzu die Röhre, welche später zur Aufnahme der zu untersuchenden Zuckerlösungen dient (die Beobachtungsröhre von 200 Millimeter Länge), mit klarem destillirten Wasser gefüllt in den Apparat und setzt diesen vor die Lampe (am besten Argand'sche Gaslampe oder Petroleumflachbrenner) und zwar so, daß die seitliche Röhre des Thonzilinders, welcher das Zilinderglas umgiebt, in der Höhe der hinteren Oeffnung des Apparates sich befindet. Hierauf stellt man den Index oder Nonius auf den Nullpunkt der Skala genau ein, sieht in das Instrument und verschiebt das Fernrohr, bis der vertikale Strich, welchen die beleuchtete Scheibe zeigt, vollkommen deutlich erscheint. Man giebt nun dieser Scheibe, durch Drehung des betreffenden Knopfes, eine dem Weiß möglichst nahestehende Färbung und verschiebt, wenn nöthig, das Fernrohr nochmals. Beide Hälften der Scheibe müssen eine völlig gleiche Färbung zeigen, wenn man nach einigen Minuten wiederum in das Instrument sieht.

Zeigt sich bei dem Versuche der Nullpunkt richtig, das heißt, erscheinen beide Scheibenhälften völlig gleich gefärbt, wenn der Apparat auf 0 eingestellt ist, so bringt man nun in die Beobachtungsröhre eine klare Lösung des reinsten Rohrzuckers, welche bei 17,5° in 100 Kbzm. 13,024 Grm. Zucker enthält. Mit der Lösung wird die Beobachtungsröhre vollständig gefüllt. Die Röhre muß vollkommen ausgetrocknet sein; oder sie wird, nachdem das Wasser ausgegossen ist, wiederholt mit kleinen Mengen der Zuckerlösung ausgespült.

Nach dem Einlegen der mit der Zuckerlösung gefüllten Röhre in den Apparat zeigen sich beide Hälften der Scheibe nicht mehr gleich weißlich, sondern ver-

schieden und anders gefärbt, nämlich die eine Hälfte roth, die andere Hälfte blau. Man dreht nun den Knopf für das Triebwerk der Skala und des Index oder Nonius, so lange nach rechts, bis sich wieder gleiche weißliche Färbung der beiden Scheibenhälften zeigt. Beim ersten Mal ist dieser Punkt gewöhnlich nicht zu treffen, da das Auge, bei längerem Hineinsehen in den Apparat, geringe Farbenverschiedenheit nicht mehr zu erkennen vermag. Sobald man daher glaubt, den richtigen Punkt getroffen zu haben, läßt man dem Auge etwa eine Minute Ruhe, dann sieht man wieder in den Apparat. Man wird jetzt gewöhnlich noch Verschiedenheit der Färbung beider Scheibenhälften wahrnehmen; man korrigirt daher durch Drehen an dem betreffenden Knopfe. So fährt man fort, bis das Auge, nachdem es geruht hat, beim Hineinsehen in den Apparat keine Verschiedenheit der Färbung der Scheibenhälften wahrnimmt. Ist die Theilung richtig und befindet sich der Apparat im Einklange mit den Gewichten und mit dem Meßfläschchen, welches man benutzt, so muß der Nullpunkt des Nonius oder der Strich des Index auf 50^0 der Skala stehen.

Hat sich der Apparat für die fragliche Zuckerlösung (13,024 Grm. zu 100 Kubikzentimeter) als richtig erwiesen, so ist es doch nicht ganz überflüssig, noch einige Zuckerlösungen von anderem Gehalte in die Beobachtungsröhre zu bringen, um zu sehen, ob der Apparat den Gehalt derselben richtig anzeigt. Eine Lösung von 20 Grm. Zucker zu 100 Kbzm. muß z. B. 77^0 drehen, eine Lösung von 10 Grm. Zucker zu 100 Kbzm. muß $38{,}5^0$ drehen, eine Lösung von 26,048 in 100 Kbzm. muß 100^0 ergeben. Ergäben sich diese Drehungen nicht, so wäre die Skala nicht gleichmäßig graduirt, und das Instrument zu verwerfen [1]).

Sollte sich aber bei der Prüfung des Instrumentes schon bei der Untersuchung des Nullpunktes dieser sich als unrichtig ergeben haben, so muß zunächst, und vor der Anstellung anderer Beobachtungen, eine *Berichtigung* ausgeführt werden, welche bei den neuen Instrumenten, wie oben erklärt, leicht zu machen ist (S. 266).

Will man indessen nicht sogleich diese Korrektion anbringen, was namentlich bei Anwendung der älteren Instrumente gerathen ist, so sieht man genau zu, welchem Grade der Theilung der Nullpunkt entspricht, das heißt, bei welcher Stellung des Index oder Nonius gleiche Färbung der Scheibenhälften stattfindet und bestimmt diesen Punkt aus dem Mittel einer Anzahl von Einstellungen. Hiernach ist dann das Resultat einer jeden Beobachtung zu *berichtigen*.

Für die Prüfung der Zuckerflüssigkeiten oder Zuckerlösungen mit dem Apparate ist vollkommene Klarheit und möglichste Farblosigkeit, sowie nicht alkalische Reaktion derselben durchaus nothwendig. Als Entfärbungsmittel und Klärungsmittel wendet man, wie früher angegeben (S. 27) eine Lösung von basisch essigsaurem Bleioxid (Bleiessig) an; bisweilen reichen einige Tropfen des Bleiessigs aus, um ein völlig klares und farbloses Filtrat zu erhalten, bisweilen ist eine größere Menge davon erforderlich. Man nimmt dann gewöhnlich $^1/_{10}$ des Volumens der Zuckerlösung oder Zuckerflüssigkeit, d. h. man vermischt 100 Kbzm.

---

[1]) Ein Verfahren, um auch mit solchen Instrumenten richtige Resultate zu erhalten, ist von *Scheibler* angegeben worden, aber nur für geübte Chemiker zu empfehlen.

dieser letzteren mit 10 Kbzm. Bleiessig. Dazu dient ein Kölbchen mit zwei Marksstrichen am Halse; man füllt dasselbe bis an den unteren Strich des Halses (100 Kbzm.) mit der Zuckerflüssigkeit, dann bis an den oberen Strich (110 Kbzm.) mit dem Bleiessig, schüttelt um und filtrirt. Dem Filtrate setzt man zweckmäßig einen Tropfen konzentrirten Essig (Essigsäure) zu; es bleibt dann an der Luft klar. Da die Zuckerflüssigkeit durch den Bleiessig um $^1/_{10}$ des Volumens verdünnt worden ist, so muß man den Graden der Drehung $^1/_{10}$ zurechnen. Beobachtet man z. B. eine Drehung von 65° rechts, so müssen 6,5° zugezählt werden; die wirkliche Drehung ist $65 + 6{,}5 = 71{,}5°$. Sollte $^1/_{10}$ Volumen Bleiessig nicht ausreichend sein, so nimmt man $^1/_9$ Volumen, selbst $^1/_5$ Volumen davon und korrigirt entsprechend.

Die Klärung der Zuckerlösungen ist durch Bleiessig nicht immer zu erreichen; manche Produkte geben damit nur einen geringen Niederschlag und die Lösungen filtriren sich dann schwer. In diesem Falle ist die Anwendung von sehr wenig (oft einigen Tropfen) Bleiessig angezeigt, der man eine Ansäuerung des Filtrates mit Essigsäure (unter Korrektion für die etwa bewirkte Volumvermehrung) folgen lassen kann. Auch der Zusatz von Thonerdehidrat, sowie, bei besonders dunkeln Sirupen oder Zuckern, von Tanninlösung (die jedoch vorher auf ihre optische Unwirksamkeit geprüft sein muß) leisten gute Dienste. Entfärbung mittelst Knochenkohle empfiehlt sich wegen der unvermeidlichen Fehlerquellen nur für besondere Ausnahmefälle.

Alle Klärungsmittel, auch Bleiessig, können auch innerhalb des Raumes von 100 Kbzm. mit dem Lösungswasser zugleich angewandt werden. Man benutzt dann Kölbchen mit nur einem Strich (100 Kbzm.) und bringt in dieselben den Zucker (Sirup), Wasser und Klärungsmittel so viel etwa erforderlich, und füllt dann sorgfältig mit Wasser bis zum Strich. (Es findet dann keine Berichtigung für die Zusätze statt.)

Anstatt 26,048 Grm. kann man auch die Hälfte, das Doppelte, Dreifache nehmen; es sind dann die abgelesenen Grade zu verdoppeln, oder durch 2 oder 3 zu dividiren. Zweckmäßig nimmt man bei sehr zuckerreichen Substanzen die Hälfte, bei ärmeren das Mehrfache. Ich verweise in dieser Beziehung auf das bei der Untersuchung des Rübensaftes Gesagte, an welcher Stelle auch ein Verfahren mitgetheilt ist, welches für verdünnte Flüssigkeiten von der Natur des Saftes das Resultat ohne Gewichtsabwägung, mithin für den praktischen Gebrauch in kürzerer Zeit ergiebt.

Die unrichtige Länge der Beobachtungsröhren kann Veranlassung zu unrichtigen Polarisationen geben; man schützt sich dagegen durch genau gearbeitete Stahlstäbe von der entsprechenden Länge, mittelst deren man sich leicht von der Richtigkeit der Röhren überzeugen kann.

Um das Volumen der Flüssigkeiten genauer ablesen zu können, als es mit dem üblichen weithalsigen Kölbchen möglich ist, kann die Anwendung solcher empfohlen werden, welche in der Nähe des 100- oder des 50-Striches eine geringere Weite haben.

Die Beseitigung des Schaumes, der sich auf der Oberfläche mancher Flüssigkeiten in dem Meßkölbchen zeigt und das genaue Ablesen hindert,

erfolgt durch eine Spur Aether oder auch nur durch Einfließenlassen von Aetherdampf.

Im Allgemeinen ist noch hervorzuheben, daß die Filtrationen stets unter möglichster Verhinderung der Verdampfung ausgeführt werden sollen, und daß man die ersten Antheile der durchgelaufenen Lösung verwerfen muß.

Für die Untersuchung der Fabrikprodukte, wenn dieselben nicht besonders schwach gefärbt sind, wird man in der Regel eine verdünntere Lösung anzuwenden, also nur 13,024 Grm. zu 100 Kbzm. zu lösen haben. Das Resultat der Beobachtung ist dann zu verdoppeln, wodurch die Genauigkeit entsprechend vermindert wird. Immerhin ist eine verdünntere Lösung und genaue Einstellung der Benutzung einer konzentrirteren vorzuziehen, wenn diese in Folge der dunkleren Farbe eine weniger scharfe Einstellung gestattet.

Ueber die Erkennung des veränderten Zuckers siehe oben S. 29. Größere Mengen desselben können die Polarisation ungenau machen. Im Allgemeinen kommen in den Produkten der Rübenzuckerfabrikation aber nur so geringe Mengen veränderten Zuckers vor, daß nur Vergleiche, nicht genaue Ermittelungen angezeigt sind. Nur bei der Raffinerie und bei Verarbeitung von Kolonialzucker, sowie in abnormen Fällen, sind größere Mengen veränderten Zuckers zu erwarten, deren Bestimmung dann auch mit einem gewissen Grade von Zuverlässigkeit vorgenommen werden kann. Sie kann aber nur in der Hand des geübten Chemikers brauchbare Zahlen geben; auch hat die Korrektion der Polarisationsresultate, je nach der mittelst der Kupferprobe gefundenen Menge veränderten Zuckers, für die Praxis der Rübenzuckerfabrikation, bei welcher schon durch geringere Mengen veränderten Zuckers (S. 29, 30 und 191) auf besondere Vorgänge hingewiesen wird, nicht die Wichtigkeit der übrigen Kontrolarbeiten; diese Bestimmungen gehören daher nicht zu dem Kreise der hier eingehender zu erörternden.

Bestimmung des Wassers und der Gesammtmenge des Nichtzuckers. Wir wissen (s. S. 12), daß das Balling'sche Aräometer den Zuckergehalt in Gewichtsprozenten einer Lösung angiebt, wenn dieselbe nur Zucker enthält, und daß dasselbe den „scheinbaren" Prozentgehalt an gelöster Substanz überhaupt mit einer Annäherung an den wirklichen anzeigt, welcher im Verhältniß zu dem Grade der Reinheit der Lösung steht. Hieraus folgt, daß man in irgend einem flüssigen Produkte der Zuckerfabrikation den Wassergehalt annähernd durch das Aräometer finden kann, wie dies denn auch in der Praxis vielfach geschieht, wenn es nur auf Vergleiche und nicht auf genauere Berechnungen ankommt.

Indessen setzen die Sirupe und Melassen in Folge ihrer Zähflüssigkeit auch einer solchen Bestimmung Schwierigkeiten entgegen. Außerdem sind die Luftblasen, welche in vielen Fällen in den Sirupen schweben, und welche dieselben kurz nach dem Abschleudern förmlich erfüllen, von solchem Einfluß auf das Einstellen des Aräometers, daß häufig auch nicht einmal eine annähernde Schätzung möglich ist.

Um in solchen Fällen für die Praxis ausreichende Aräometerwägungen machen zu können, empfiehlt es sich, den betreffenden Sirup oder die Melasse auf

40 bis 50° zu erwärmen und eine kurze Zeit bei dieser Temperatur zu erhalten, dann in einem geräumigen Gefäße das Aräometer einzusenken und nun erst auf die Normaltemperatur erkalten zu lassen, nachdem man an einer auf eine Glasplatte ausgebreiteten Probe die Abwesenheit der Luftblasen erkannt hat. Man bedient sich solcher Aräometer, welche nur eine passend beschränkte Skala (S. 4) und also dünne Stengel besitzen und erreicht noch eine größere Sicherheit, wenn man zwei gleiche Spindeln anwendet, deren eine man durch Einsinken, die andere durch Aufsteigen das Gleichgewicht einnehmen läßt. Man liest ab, wenn die Normaltemperatur und die Ruhestellung erreicht sind.

Aus dem absoluten Zuckergehalt eines Sirups und seinem, wie oben gesagt, gefundenen scheinbaren Wassergehalt folgt die scheinbare Reinheit desselben (S. 31). Man kann diese auch dadurch finden, daß man den Sirup verdünnt und auf eine bestimmte, bei der Normaltemperatur genau zu ermittelnde Saccharometeranzeige bringt und bei dieser den Zuckergehalt in 100 Gewichtstheilen bestimmt. Nimmt man die Verdünnung zu ungefähr 20 Proz., so sind für diesen Zweck dieselben Methoden anwendbar, welche früher (a. a. O.) für die entsprechende Untersuchung des Rübensaftes auf absoluten Zuckergehalt und scheinbare Reinheit beschrieben worden sind.

Solche Bestimmungen können unter Innehaltung der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln und Anwendung sehr genauer Aräometer immerhin einen hinreichenden Grad von Vergleichbarkeit beanspruchen, um zu den häufigeren Prüfungen der Nachprodukte (Füllmassen, Sirupe) im laufenden Betriebe und zu rein praktischen Zwecken vielfache und nützliche Anwendung zu finden.

Man sollte für den Fabrikgebrauch wie für verwandte Fälle überhaupt nur zwei Untersuchungsmethoden und dem entsprechend nur zwei Bezeichnungsweisen für die Zusammensetzung von Zuckern, Sirupen, Füllmassen, überhaupt von Fabrikationsprodukten aller Art in Anwendung bringen: die eine giebt die wirkliche Zusammensetzung, gefunden mittelst einer Bestimmung des absoluten Zuckergehaltes nach der Gewichtsmethode, und einer genauen Bestimmung des Wassergehaltes. Daraus abgeleitet ist der wirkliche Gehalt an Nichtzucker und die wirkliche Reinheit, oder der Gehalt an Zucker in 100 wirklicher Trockensubstanz. Mit diesen Zahlen sind alle Arten Berechnungen mit Sicherheit auszuführen.

Die andere, welche nur für technische Vergleiche und Fabrikationsbeurtheilungen u. s. w. gebraucht wird, umgeht die oft langwierige Wasserbestimmung, setzt an deren Stelle eine Aräometerbestimmung und giebt also entweder den absoluten (durch Gewichtsmethode ermittelten) Zuckergehalt, und daneben die scheinbare Reinheit, oder auch, wenn man nur die verdünnte Lösung nach Art der Rübensäfte untersucht, nur die letztere allein ohne den absoluten Zuckergehalt, was für Vergleiche und allgemeine Beurtheilungen sehr häufig ausreicht.

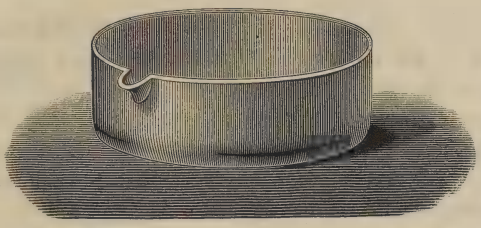
Man ersieht hieraus, daß die genaue Wasserbestimmung für alle die Fälle unbedingt nothwendig ist, wo es sich um Berechnungen, Ausbeutebestimmungen, Verlustermittelungen u. dgl. handelt.

Die Wasserbestimmung geschieht stets durch eine sorgfältige Austrocknung bis zur Erreichung des konstanten Trockengewichts und erheischt sorgfältigste Arbeit

und genaue Wägungen; man wendet dazu am besten Porzellanschalen von der in Fig. 133 dargestellten Gestalt an.

Bei Zuckern, sowohl reinen, wie bei den gewöhnlichen Nachprodukten, geschieht das Austrocknen im Wasserbade oder Luftbade. Das Austrocknen der Füllmassen, sowie geringer Nachprodukte, Sirupe und Melassen dagegen bietet in der Beschaffenheit dieser Stoffe dem Entweichen des Wassers große Hindernisse, welche, wenn genaue Resultate erzielt werden sollen, zur Anwendung besonderer Apparate nöthigen.

Fig. 133.



Aschenbestimmung. Die Einäscherung der Fabrikationsprodukte bietet dieselben Schwierigkeiten, wie die des Rübensaftes (S. 33). Die zuweilen vorgeschlagenen Methoden, welche diesen Umstand durch Erhöhung der Verbrennungstemperatur umgehen sollen, sind durchaus zu verwerfen. Man erhält allein durch die schon am angegebenen Orte beschriebene Methode genaue Resultate, indem man nämlich den unvollkommen verbrannten Rückstand mit heißem Wasser auslaugt und die von löslichen Salzen befreite Kohle für sich verascht. Dies geht leicht und rasch von statten, und hat man dann noch den wässerigen Auszug mit dieser Asche zur Trockne zu verdampfen und zu glühen.

Farbe. Dieselbe bestimmt man mittelst des Farbenmaßes in der oben (S. 202) angegebenen Weise. Um die Farbe der einzelnen Produkte vergleichen zu können, berechnet man sie stets auf 100 Zucker. Bei regelmäßiger Untersuchung der Füllmassen kann man sie auch auf 50 Trockensubstanz reduziren und erhält so annähernd die Farbe des Dicksaftes, was für den Fabrikanten erwünscht sein dürfte, da man mit dessen Ansehen am meisten vertraut ist.

Um die Farbe des Hauptfabrikationsproduktes und mithin die allgemeine Wirksamkeit der Knochenkohle zu beurtheilen ist es besser, die Proben von der Füllmasse als vom Dicksafte zu entnehmen, da ein Durchschnittsmuster sicherer aus jener als aus diesem hergestellt werden kann.

Die Bestimmung der Ausbeute. Es ist im Vorhergehenden schon mehrfach darauf aufmerksam gemacht worden, wie wichtig die Ausbeutebestimmung im Allgemeinen ist; die Beziehung zwischen der Menge und dem Zuckergehalt des Produktes und dem Zuckergehalt der Rüben, sowie auch diejenige zwischen dem Reinheitsverhältniß beider muß in den einzelnen Fällen den einzig sicheren Maßstab für die Güte der Arbeit liefern. Die Ausbeutebestimmung geschieht am sichersten bei der Füllmasse, also nach Fertigstellung eines bestimmten Halbfabrikates von unschwer nach Quantität und Qualität zu erkennender Beschaffenheit.

Diese Ermittelungen der Füllmasse und Vergleiche des Resultates der

Ermittelung mit den in Arbeit genommenen Rüben haben sowohl einen allgemeinen als auch in sofern einen besonderen Werth, als sie, rationell und in zuverlässiger Weise durchgeführt, das Mittel bieten, nicht allein die Arbeit in einer Fabrik während irgend eines Zeitraumes zu beurtheilen, sondern auch in speziellen Fällen Vergleiche zwischen verschiedenen Fabriken oder verschiedenen Fabrikationsmethoden anzustellen.

Als Hauptbedingung neben der möglichsten Genauigkeit und Vollständigkeit aller einzelnen Bestimmungen ist für die Aufstellung dieses Vergleiches zwischen in Arbeit genommenem und als Fabrikat erhaltenem Zucker zunächst die Darstellung vollkommen unvermischter, d. h. solcher Füllmasse erforderlich, welche nur durch die Arbeiten der Saftgewinnung, Saftreinigung und Einkochung erhalten worden ist, und daher nur den gereinigten Saft, ohne jeden Einwurf oder Zusatz von fremden oder eigenen Nachprodukten, Sirupen u. s. w. darstellt. Es folgt daraus, daß eine derartige Fundamentalermittelung nur in solchen Fabriken regelmäßig ausführbar ist, welche ausschließlich einfache Saftprodukte, also Rohzucker oder Farin darstellen.

Die Ausbeuteermittelung begreift drei Haupttheile, nämlich: 1) die Bestimmung des Zuckergehaltes der verarbeiteten Rüben, 2) die Bestimmung der Füllmasse nach Menge und Zuckergehalt, und 3) die Berechnung der Ausbeute und des Verlustes an Zucker.

1) In Bezug auf den ersten Theil verweise ich auf die Erörterung im zweiten Kapitel.

2) Die Bestimmung der Füllmasse nach Menge und Zuckergehalt.

Ueber die Bestimmung der Menge der erhaltenen Füllmasse ist kurz zu bemerken, daß dieselbe nur durch direkte Wägung sämmtlicher Masse und nur in dem Falle durch Ermittelung eines Durchschnittsgehaltes der Formen oder Behälter und Zählung derselben geschehen kann, wo ein solcher Durchschnitt durch gleiche Größe aller und hinreichende Anzahl der gewogenen Behälter die nöthige Sicherheit bietet.

Es darf bei allen Bestimmungen der Füllmasse, bei welchen es sich um brauchbare Resultate handelt, der Zuckergehalt derselben niemals außer Berechnung bleiben. Man benutzt dazu ein aufs Sorgfältigste hergestelltes Durchschnittsmuster und es empfiehlt sich, diese Probe gleich beim Ausfüllen der Masse aus dem Apparat oder der Anwärmpfanne, etwa in der Mitte des Ausfüllens, mit einem Spatel zu entnehmen und jede Probe einzeln in geschlossenen Gefäßen bis zur Untersuchung oder Mischung aller oder einiger Proben aufzubewahren.

Von den Bestimmungen des Zucker- und des Wassergehaltes gilt das oben Gesagte; sie sind nur durch den geübten Chemiker auszuführen, und können in der Hand des mit chemischen Arbeiten wenig vertrauten Praktikers fast nur zu Irrthümern Veranlassung geben.

3) Was endlich die definitive Feststellung der Ausbeute, sowie die Berechnung des bei der Arbeit bis zur Füllmasse erlittenen Zuckerverlustes betrifft, so ist die Rechnung, wenn die erforderlichen Werthe in der angedeuteten Weise festgestellt worden, sehr einfach, wie folgendes Beispiel darthun wird.

Es sei die mittlere Polarisation des Rübensaftes einer bestimmten, der Unter-

‚uchung unterworfenen Arbeitsperiode 12,0 Proz.; an Füllmasse habe man 11,5 Proz. erhalten, und diese habe im Durchschnitt aller Sude 82,0 Proz. absoluten Zucker ergeben, so stellt sich die Rechnung wie folgt:

Polarisation des Saftes	12,0
ab $^1/_{20}$, zur Berechnung auf Rüben	0,6
100 Thle. Rüben enthielten also .	11,4 Thle. Zucker.

100 Thle. Rüben ergaben 11,5 Thle. Füllmasse von 82,0 Proz. Zucker, mithin $\frac{11{,}5 \cdot 82{,}0}{100} = 9{,}43$ Thle. Zucker. Die Ausbeute betrug also 82,7 Proz. des in Arbeit genommenen Zuckers. Man kann diese die absolute Ausbeute in der Füllmasse nennen.

Der Gesammtarbeitsverlust beträgt 11,4 — 9,43 = 1,97 Thle. Zucker auf 100 Thle. Rüben; derselbe Verlust fällt auf 11,4 Thle. Zucker, er beträgt also 17,3 Proz. vom Zuckergewicht.

Da jene Bezeichnung der Ausbeute leicht zu Mißverständnissen Veranlassung geben kann, so führt man zweckmäßig als Endresultat nur die Verlustzahlen an, welche sich leicht mit anderen ähnlichen vergleichen lassen. Ob man den Verlust besser auf 100 Rüben oder auf 100 Zucker bezieht, ist schwer zu entscheiden; es läßt sich für und gegen beides Mancherlei anführen; berechnet man also beide Zahlen, so erhält man das klarste und vollständigste Bild.

Man beachte, daß weder aus einer kleinen Anzahl von Vergleichen, noch aus geringeren Unregelmäßigkeiten sofort bestimmte Folgerungen gezogen werden dürfen, sondern daß hierzu längere Beobachtungen und größere Durchschnitte erforderlich sind. Man vergesse nicht, daß diese Untersuchungen zunächst nur den Zweck haben, auf Unregelmäßigkeiten und Fehler des Betriebes aufmerksam zu machen, und daß dieser Zweck durch häufige und gewissenhafte Bestimmungen in der beschriebenen Weise sicher zu erreichen ist.

II. Die Raffineriearbeit.

Nur in einzelnen Fällen wird aus dem Rübensafte unmittelbar eine Waare erhalten, welche zum Verbrauche benutzt werden kann. Es haftet dem Rohprodukte stets ein eigenthümlicher, seinen Ursprung verrathender Geruch und Geschmack an, der zwar nicht immer sogleich hervortritt, der aber den rein süßen Geschmack des vollkommen gereinigten Zuckers beeinträchtigt. Dieser unangenehme, dem Rübenrohzucker eigenthümliche Geschmack kann von demselben allerdings durch eine vermehrte Sorgfalt in allen Reinigungsarbeiten fern gehalten werden, allein es verbleibt die Umwandlung des Rohzuckers in reine und rein schmeckende Verbrauchswaare meist einer zweiten Reinigungs- oder Raffineriearbeit überlassen, die indessen nicht immer eine von der Rohzuckererzeugung getrennte zu sein braucht.

Wenn aus sehr gut filtrirtem Dicksaft, vermittelst sorgfältigsten Kochens und Ausdeckens rein weißer Zucker in einzelnen, losen, wohl ausgebildeten Kristallen dargestellt und von jeder Spur anhängenden Sirups vollkommen getrennt wird, so kann derselbe vermöge seines reinen Geschmackes in jeder Weise zum Verbrauch

empfohlen werden. Allein solcher reiner Kristallzucker ist trotz aller dahin gerichteten Bemühungen noch wenig in Aufnahme gekommen.

Die eigentliche Raffinieriearbeit setzt das Vorhandensein des in der Rohzuckerfabrik dargestellten Rohzuckers (erstes, zweites oder Nachprodukt) voraus, unterwirft denselben einer gründlichen Reinigung und stellt daraus in *gesonderter Fabrikation raffinirten Zucker* dar.

Es giebt aber auch noch Kombinationen beider Arbeiten, welche Verbrauchszucker erzielen lassen, in welchen nicht aller Zucker die Raffination durchgemacht hat; solcher Kombinationen werden wir verschiedene in dem dritten Theile, der *Melisarbeit*, kennen lernen.

Wir betrachten zunächst die Darstellung der *Brodraffinade*.

Die Beimischungen, von welchen der Rohzucker befreit werden muß, bestehen außer dem Wasser in Farbstoffen, Gummi, Salzen, sogenannten Extraktivstoffen und unlöslichen Stoffen, wie Sand und Trümmern verschiedener Art.

Die Reinigungsmittel, welche man zur Entfernung dieser Körper anwendet, sind im Wesentlichen dieselben wie diejenigen, welche bei der Behandlung der Rübensäfte vorkommen; die Knochenkohle ist das hauptsächlichste und unentbehrlichste derselben.

Die Arbeiten der Raffinirung begreifen die Darstellung und Reinigung der Zuckerlösungen oder Klärsel, das Kochen und Füllen in Formen, die Behandlung der Brode auf dem Boden durch Decken, und das Trocknen des fertigen Zuckers.

Das Schmelzen und Klären.

Mit „Schmelzen“ oder Klären bezeichnet man die Auflösung des Rohzuckers oder die Darstellung des *Klärsels*. Zur Bereitung der Lösung dienen Pfannen von der Gestalt der Scheidepfannen mit Doppelboden oder solche mit Dampfheizung, welche mittelst einer Schlange oder durch offene Einströmung wirken. Als Lösungsmittel dient reines Wasser oder Absüßwasser der Filter. Zur Entfernung der mechanisch dem Zucker anhaftenden fremden Stoffe wird die Lösung häufig *geklärt*. Man vermischt sie mit Blut bei einer Temperatur, bei welcher das Eiweiß noch nicht gerinnt, zuweilen unter Zusatz von feiner Knochenkohle, und erhitzt allmälig bis zum Siedepunkte. Es entsteht dann an der Oberfläche der Flüssigkeit eine starke Decke von dem ausgeschiedenen Eiweiß und der Kohle. Man zieht die Lösung unter der Decke ab, schöpft diese auch wohl mit einem Schaumlöffel ab und filtrirt durch Sackfilter, Fachfilter oder Vorfilter. Schaum und Rückstand in den Filtern werden mit Wasser ausgekocht und dann ausgepreßt, um den Zucker möglichst daraus zu gewinnen.

Was die *Zusätze* beim Klären anbetrifft, so werden dieselben häufig auch ganz weggelassen. Namentlich das Knochenkohlepulver ist vielfach in Wegfall gekommen. Von Blut sieht man deßhalb, wenn möglich ab, weil durch dasselbe fremde Körper, namentlich Salze, in das Klärsel kommen, die jedenfalls Nachtheil bringen. Die Alkalisalze betragen 0,8 bis 0,9 Proz. vom Gewicht des Blutes, sind also durchaus nicht zu vernachlässigen. Auch hat die Anwendung der sehr leicht in Fäulniß übergehenden Flüssigkeit Unannehmlichkeiten, und die

verschiedenen, mehr oder weniger mit einer Reinigung dargestellten Albuminpräparate sind in der Regel zu kostspielig.

Es giebt allerdings Fälle, in denen das Klärsel in Folge gewisser Beimengungen ohne Blut nicht völlig „blank“ zu erhalten ist, und auf solche pflegt man denn auch wohl diesen Zusatz zu beschränken.

Vielfach nimmt man so viel Kalk zum Schmelzen oder Klären, wie sich in dem Auflösungswasser löst; es hängt dies ebenfalls von der Beschaffenheit des Zuckers ab; das filtrirte Klärsel soll nur eine sehr schwache, mit empfindlichstem Papier und nach einiger Zeit hervortretende alkalische Reaktion zeigen.

Bis zu einem gewissen Punkte kann auch Kalk und Phosphorsäure als Ersatz des Blutes dienen; es wird dadurch mit der nachfolgenden Sackfiltration eine Klärung bewirkt, welche häufig, wenn auch nicht in allen Fällen, die Anwendung von Blut entbehrlich machen kann.

Das Schleudern.

Solche Zucker, welche nicht rein oder hell genug sind, um bei der in der betreffenden Raffinerie gebräuchlichen Filtration oder der verfügbaren Menge Knochenkohle ein nach dem Filtriren hinreichend entfärbtes Klärsel ergeben zu können, werden vielfach durch Schleudern einer vorläufigen Reinigung von einem Theil des anhängenden Sirups unterworfen; man erhält so in sehr kurzer Zeit für die Klärung hinreichend reinen Zucker und erlangt dadurch die Möglichkeit, auch geringere Zucker ohne Vermehrung der Filtration zu Raffinade zu verarbeiten. Dies gilt sowohl für Kaufzucker, als für die geringeren Nachprodukte der Raffinerie selbst.

Das Ausschleudern selbst geschieht in der Weise, daß man den betreffenden Zucker mit einem wenig verdünnten passenden Sirup, welcher der Fabrikation an einer geeigneten Stelle entnommen wird, maischt, das Gemisch, welches die geeignete Konsistenz haben muß, ausschleudert und in der Trommel auf irgend eine Weise ausdeckt. Die Anwendung des Dampfes von außen (sogenannte russische Dampfdecke S. 253) ist hier am Orte, während die übrigen Anwendungsarten des Dampfes entweder wegen der Auflösung von Zucker oder wegen des Bedarfs an Zeit weniger passend sein werden.

Wie die beiden Produkte, Zucker und Sirup, hierbei ausfallen, ist im Allgemeinen nicht zu sagen, da mannichfache Umstände den Erfolg bestimmen, aber es wird jedenfalls, abgesehen von dem etwa zugesetzten Sirup, der Rohzucker in besseren Zucker und geringeren Sirup getheilt; ersterer soll von der Beschaffenheit sein, daß er nunmehr Klärsel von der gewünschten Reinheit zu liefern vermag; letzterer wird wie andere Sirupe der Raffinerie weiter verarbeitet und liefert ein Nachprodukt, welches wieder der gleichen Behandlung unterworfen oder auch für sich umgeschmolzen werden kann.

Das Filtriren.

Das von den Sackfiltern oder Fachfiltern kommende Klärsel wird wie Dicksaft filtrirt.

Im Allgemeinen sind die Filter in der Raffinerie größer, namentlich weiter, die Körnung der Knochenkohle aber feiner als bei der Rohzuckerfabrikation. Man wendet stets geschlossene Filter und zwar mindestens zwei, häufig aber auch bis zu fünf verbundene an.

Bei dieser Filtration wird vorzugsweise auf Absorption des Farbstoffes hingearbeitet und erfahrungsmäßig auf lange Berührung zwischen Kohle und Klärsel, sowie auf hohe Temperatur gehalten. Man läßt das Klärsel verhältnißmäßig langsam abfließen und unterbricht dann, wenn die Farbe die gewünschte Helligkeit nicht mehr zeigt. Meistens wird dann noch eine Zeit lang das etwas mehr gefärbte Klärsel besonders aufgefangen und zur Herstellung geringerer Waare, oder auch zu Deckzucker bestimmter Brode benutzt, und wenn auch die hierfür feststehende Grenze der Färbung erreicht ist, auf ein frisches Filter übergedrückt.

Wenn in einer Raffinerie mehre Arten raffinirten Zuckers dargestellt werden, auch die reine zum Decken bestimmte Lösung, das „Deckklärsel", filtrirt wird, so kann man in zweierlei Weise verfahren: man kann jede Art Klärsel für sich über getrennte Filter oder Filterbatterien oder eine nach der andern über dieselben filtriren. Ersteres ist der rationellere, letzteres der aus mancherlei Gründen am häufigsten befolgte Weg. Man übersieht hierbei, daß ein gewisser Antheil reineren Klärsels durch die Vermischung mit dem nachfolgenden geringeren verschlechtert wird. Es ist schon früher bemerkt worden, daß diese Vermischung in viel höherem Maße stattfindet, als man gewöhnlich annimmt.

Das Absüßen geschieht meist mit heißem Wasser, die ersten Antheile der von Wasser verdrängten Lösung gehen zum unfiltrirten Klärsel zurück, das Uebrige wird zur Schmelzpfanne geleitet. Auf das Absüßen ist besondere Sorgfalt zu verwenden, will man sich vor Verlusten bewahren; bei den großen Raffineriefiltern ist kaltes Wasser von unvollkommener Wirkung, wenn es unmittelbar auf die sehr konzentrirten Klärsel folgt; die Temperatur des heißen ist möglichst hoch zu halten, weil sonst bei der langen Dauer des Absüßens leicht Zersetzungen stattfinden.

Außer den Farbstoffen werden auch Kalk, sowie Alkalien von der Knochenkohle absorbirt; letzterer Umstand besonders ist wegen des schädlichen Einflusses der Alkalien beim Kochen und auf den Geschmack des Produktes, wichtig (s. u.). Das Verhältniß, in welchem man die Knochenkohle anwendet, ist ein sehr verschiedenes. Man wendet zwischen 30 und 100 Proz. vom Gewicht der verarbeiteten Rohzucker an Kohle an; das Verhältniß wird aber auch in gewissen Fällen auf 150 gesteigert.

Man läßt die Knochenkohle 8 Tage und mehr, bei den größten Filtern selbst 3 Wochen in Gebrauch.

Die Reaktion, welche das filtrirte Klärsel zeigen soll, ist schon oben angegeben

worden, eine größere Alkalität würde den Geschmack des Zuckers beeinträchtigen, bei saurer Reaktion würde man erwarten müssen, lose und leicht feucht werdende Brode zu erhalten. Man verlangt außerdem von einem guten Klärsel, daß es keinen Niederschlag mit Galläpfeltinktur gebe, was die Gegenwart proteinartiger Verbindungen anzeigen würde.

Die Kohle muß von bester Beschaffenheit sein.

Der Kalkgehalt der Raffineriekohle ist meist ein sehr geringer, obwohl bei der Wiederbelebung Salzsäure in der Regel nicht angewendet wird, indem nicht so viel Kalk hinzukommt, wie das sorgfältigste Waschen mit reinem Wasser, dem diese Kohle unterworfen werden muß, wegführt. Der Kalkgehalt ist meist unter 7 bis 8 Proz. und fällt bis auf 3 bis 4 Proz. Weiterer Abnahme beugt man durch Filtration stark gekalkter Sirupe oder Nachprodukte, oder auch dadurch vor, daß man nach einer gewissen Zeit die Kohle aus dem Betriebe entfernt. Die Gährung wird bei der Raffineriekohle selten angewandt und ist auch nur da nothwendig, wo sehr unreine Zucker verarbeitet zu werden pflegen. Man wäscht nur sehr sorgfältig, theilweise in den Filtern nach dem Absüßen, dann in der Waschmaschine oder mittelst Handwäsche, dämpft, trocknet und glüht.

Auskochen mit Soda findet zuweilen statt; auch läßt man wohl von Zeit zu Zeit die Kohle eine Gährung durchmachen. Reinstes Wasser zum Waschen ist unbedingt erforderlich.

Die Säuren.

Bei Verarbeitung solcher Zucker, welche nach der im Uebrigen wirksamen Filtration ein Klärsel von stark alkalischer Beschaffenheit geben, erhält man theils Raffinaden von einem nicht rein süßen Geschmack, theils so alkalische Nachprodukte, daß deren Wiederverarbeitung in der Raffinerie Hindernisse darbietet. Diese zeigen sich theils in schwierigerem Kochen, theils in mangelhaftem Auskristallisiren und sind auf die Wirkung der freien Alkalien zurückzuführen, die bei gewissen im vierten Kapitel ausführlich dargelegten Arbeitsweisen vorkommen. Da die Knochenkohle in zu großer Menge angewandt werden müßte, wenn man mit derselben diese Menge freien Alkalis entfernen wollte, so ist man darauf angewiesen, in derartigen Zuckern das Alkali auf andere Weise unschädlich zu machen.

Man wendet hierzu einen Zusatz verschiedener Säuren zum Klärsel an; unter denselben ist der Phosphorsäure vor allen anderen der Vorzug zu geben. Die dadurch neutralisirten und dann von dem abgeschiedenen phosphorsauren Kalke befreiten Klärsel liefern eine reichlichere Kristallisation und ein Produkt von reinerem Geschmacke, und es gilt dies sowohl für Raffinerieklärsel als solche, wie auch für Klärsel, welche aus den betreffenden Nachprodukten behufs deren Entfärbung dargestellt werden.

Im Allgemeinen aber ist es als ein Fehler zu betrachten, wenn die Rohzuckerfabriken solche Zucker liefern, welche eine derartige Verbesserung der Reaktion bezüglich Neutralisation der freien Alkalien, außer der durch die Filtration bewirkten nöthig machen.

Das Kochen und Ausfüllen.

Eine reine und farblose Zuckerlösung würde bei dem Verdampfen vollständig kristallisiren und reinen und weißen Zucker liefern. Allein auch die besten Klärsel enthalten stets, wenn auch in sehr geringer Menge, fremde Stoffe, jedenfalls etwas durch die Wärme umgeänderten Zucker; außerdem würde zur Trockniß eingedampfter Zucker kein empfehlendes Aussehen besitzen. Man läßt daher auch bei den reinsten Produkten der Filtration immer etwas Wasser beim Kochen unverdampft, um den Zucker nach Entfernung des umgebenden Sirups in schön kristallisirter Form und vollkommen von fremden Stoffen befreit erhalten zu können. Auch die äußere Gestalt, in welche das fremde Produkt gebracht werden soll, macht eine gewisse Flüssigkeit der gekochten Masse nöthig.

Daraus ergiebt sich, daß man die Klärsel nicht einfach zur Trockne verdampfen, sondern mit Rücksicht auf ihre Reinheit und auf die Eigenschaften, welche der fertige Zucker zeigen soll, in verschiedener Weise *verkochen* muß.

Das Kochen des Brodzuckers ist nur eine Abänderung des *Kornkochens* (s. Kap. 7) und zwar eine je nach der Reinheit des Klärsels, welche jedoch bei Raffinaden immer sehr nahe an 100 stehen muß und wenig Abweichungen zeigt, etwas verschiedene. Außer diesem Gesichtspunkte ist auch die Rücksicht auf Geschmack, Gewohnheit oder Vorurtheil der Käufer maßgebend.

In den meisten Fällen verlangt man ein bläuliches Ansehen des fertigen Zuckers; um dieses zu erreichen, wird etwas feinstes Ultramarin während des Kochens zugesetzt. Man kann dadurch einem weißen Zucker einen bläulichen Schein geben, wodurch er wohl weißer erscheint. Allein ein nicht rein weißer Zucker wird dadurch nicht verschönt, indem die blaue Färbung eine etwa vorhandene gelbliche nicht verdeckt, sondern schmutzig erscheinen läßt.

Nur rein weiße Zucker vertragen also das ganz überflüssige Blau, dessen Stärke sich allein nach dem Vorurtheil richtet, dem man genügen muß.

Man hat im Vakuum die Möglichkeit, die Masse genau in denjenigen Verhältnissen der Temperatur und äußeren Beschaffenheit zu erhalten, um unmittelbar in die Formen ausfüllen zu können. Indessen geschieht dies nicht immer, sondern man benutzt vielfach ein Zwischengefäß, welches man Kühler nennt, welches aber vielmehr ein Anwärmer ist und von dem schon früher die Rede war (S. 244), theils um genau die als zweckmäßig erkannte Ausfülltemperatur zu erzielen und während der Arbeit des Ausfüllens inne zu halten, theils um mehre Sude zu vereinigen und durch das Ausfüllen des Gemisches eine gleichförmigere Waare zu erzielen, theils endlich, um bei mangelnder Zeit das Vakuum sofort wieder beschicken zu können, ohne auf das Ausfüllen warten zu müssen.

Die gekochte Masse wird auf *Formen* gefüllt. Dieselben haben eine den Zuckerbroden oder Zuckerhüten entsprechende Größe und Gestalt und werden Raffinadeformen genannt. Sie fassen 15 bis 17 Kilogramm Füllmasse und liefern Brode von 10 bis 12 Kilogramm Schwere.

Die Oeffnungen in der Spitze der Formen, durch welche nach dem Erkalten der Sirup abzufließen hat, werden vor dem Füllen verstopft. Dazu bediente man sich früher eines zusammengedrehten Leinwandläppchens; jetzt wendet man in der Regel kurze verzinnte Nägel mit breitem Kopfe, oder ähnlich geformte Stifte aus glattem, hartem Holze an, über welche ein Stück Leder oder besser eine Gummiplatte gestreift ist, so daß der Kopf davon bedeckt ist und die Form durch ihre eigene Schwere dicht darauf steht.

Fig. 134.

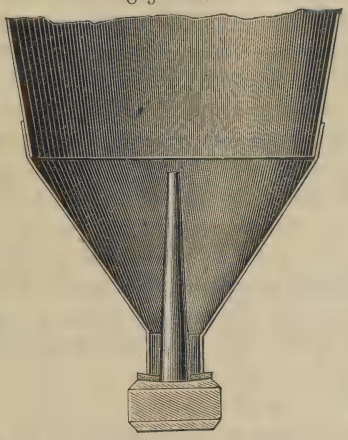


Fig. 134 stellt einen solchen Formverschluß dar. Stift und Kopf sind von Holz, die Dichtung von Gummi.

Man benutzt Formen aus Eisenblech, die im Innern einen festhaftenden Anstrich von Firnißfarbe und Lack erhalten, außen mit Firnißfarbe angestrichen sind. Formen aus anderen Materialien, namentlich solche aus Pappe und mit Leinwand gefütterte Blechformen haben sich bisher nicht als dauerhaft bewährt.

Die neuen Blechformen werden, um sie für den Anstrich vorzubereiten, mechanisch durch Kratzen mit Sandpapier und dgl., dann mit schwefelsäurehaltigem Wasser sorgfältig gereinigt, gespült, rasch abgetrocknet und vollständig getrocknet. Von alten Formen, deren Anstrich erneuert werden soll, wird die Farbe durch Kochen mit Sodalauge entfernt, dann werden sie gespült, mit Sandpapier abgerieben u. s. w. Der Anstrich, den die Formen im Innern erhalten, besteht aus Bleiweiß oder Zinkweiß, auch wohl zugleich Bleiglätte und Mennige (z. B. 10 Glätte, 5 Mennige, 85 Bleiweiß), die mit Leinölfirniß oder Leinöl abgerieben sind. Zur Bereitung des Firnisses wird reines, abgelagertes Leinöl in einem kupfernen Kessel mit 2 Proz. Bleiglätte ungefähr eine Stunde lang unter fortwährendem Umrühren, mäßig stark erhitzt, bis alle Feuchtigkeit ausgetrieben und der kleinblasige Schaum verschwunden ist. Mit diesem Firniß wird die Farbe verrieben.

Anstatt der Metallpräparate wird auch wohl Umbra oder eine andere Erdfarbe genommen, welche dort angewandt werden müssen, wo der Gebrauch von Bleipräparaten amtlich verboten ist. Nachdem der erste Anstrich trocken geworden, wird ein zweiter gemacht, ein dritter ist nur selten nöthig. Hierauf wird mit Kopallack, dem etwas Firnißfarbe zugesetzt ist, lackirt. Der äußere Anstrich ist meistens rothe Firnißfarbe, aus Mennige oder einer rothen Erdfarbe und Firniß. Das Trocknen der Anstriche muß bei hoher Temperatur geschehen, bei 105 bis 110°. Es dient dazu der Trockenofen, eine gemauerte Kammer, die durch eiserne Heizröhren geheizt wird und die mit eisernen Stangen durchzogen ist, auf welche die Formen zu liegen kommen. Bei hinreichend hoher Temperatur ist das Trocknen (richtiger das Erhärten) in etwa 5 Stunden beendet.

Zum Einfüllen der Zuckermasse in die Formen dienten bisher die oben S. 246 beschriebenen Füllbecken.

Die Arbeit ist eine sehr mühsame und erfordert kräftige Arbeiter. Man schöpft die Füllmasse mit einem kupfernen langgestielten Schöpfer in das Becken, das hierbei auf einen neben dem Anwärmer stehenden hölzernen Schemel oder auf einen, an dem Anwärmer aufgehängten oder befestigten eisernen Bügel so gestellt ist, daß nichts von der Füllmasse verloren geht. Um völlig gleich beschaffene Füllmasse in die Formen zu bringen, muß während des Füllens gerührt und die Temperatur unverändert erhalten werden.

Die Temperatur der Füllstube ist in der Regel 35 bis 40° (27 bis 30° R.); sie muß so hoch sein, damit das Erkalten der Füllmasse in den Formen langsam erfolge, wie es zum guten Ablaufen des Sirups durchaus nothwendig ist. Bei niederer Temperatur würde die Masse in den kleinen Formen so rasch erkalten, daß ein zu dichtes, zu feinkörniges Brod entstehen würde, von welchem der Sirup nicht abfließt. Die Abkühlung muß gleichmäßig erfolgen, die Formen müssen gegen Luftzug geschützt stehen, sonst wird die äußere Rinde des Brodes zu dicht, entläßt den Sirup nicht, und läßt auch die Decken nicht durch; sie löst sich später von der inneren, gröberkörnigen Masse ab.

Die Brode werden zum Füllen in Reihen aufgestellt, die an der Wand des Füllhauses beginnen und durch einzelne eiserne Ständer gestützt werden. In dem Maße als vorhergehende Reihen gefüllt worden sind, werden neue Reihen hinzugefügt und ebenfalls gefüllt, bis das Tagewerk beendet ist.

Diese Art des Ausfüllens ist eine sehr mühsame, viele Kräfte erfordernde Arbeit. Man hat daher mehrfache Einrichtungen ausgeführt, um sie durch *mechanische Hülfsmittel* zu erleichtern. Die empfehlenswertheste, auch in der Rohzuckerfabrikation anwendbare, ist die *Herbst*'sche Füllhauseinrichtung. Auch für die Fortschaffung der Brode vom Füllhaus zum Boden u. s. w. sind mechanische Hülfsmittel im Gebrauch.

Bodenarbeit und Decken.

Man stellt die Formen in Reihen auf Gestelle (Stellagen). Ein vierseitiges, etwa 0,5 Meter hohes Rahmwerk, aus starkem Holze, trägt einen Boden, welcher aus einzelnen, lose neben einander liegenden starken Brettern besteht, in denen sich Oeffnungen für die Spitzen der Formen befinden. Die Bretter haben eine solche Breite und die Oeffnungen derselben sind so weit von einander entfernt, daß die aufgestellten Formen oben einander berühren und genau senkrecht stehen. Ein Lattengeländer von entsprechender Höhe hält die äußersten Reihen der Formen. Zum Wegleiten des abfließenden Sirups liegen zwei schräge, in der Mitte sich zu einer Rinne vereinigende, mit Blech beschlagene Flächen unter dem ganzen Boden, welcher die Formen trägt. Der auf diesen schrägen Flächen aus dem ablaufenden Sirupe nach und nach auskristallisirende Zucker läßt sich nach Wegnahme des durchlochten Bodens leicht mit einem Schabeisen abstoßen. Die Länge der Gestelle ist von der Breite des Bodens abhängig; sie befinden sich nämlich zu beiden Seiten des Bodens, einen Gang zwischen sich lassend. Die Breite ist so, daß man von den Seiten in die Mitte reichen kann. Auch eiserne Gestelle werden jetzt öfter

angewandt. Sie werden entweder aus passend gelochten Platten von Schmiedeeisen oder aus Gußstücken von geeigneter Form zur Aufnahme der Brode zusammengesetzt.

Bei guter Beschaffenheit der Füllmasse und gehörig hoher Temperatur des Bodens (30 bis 36° C.) wird der Sirup (der grüne Sirup) etwa 24 Stunden nach dem Oeffnen der Stöpsel zum großen Theil abgeflossen sein, so weit als dies überhaupt möglich. Es kann dann zur Vorbereitung der Brode für das Decken, und hierauf zum Decken selbst geschritten werden. Unter weniger günstigen Umständen, und in manchen Fabriken überhaupt, wartet man damit bis zum zweiten oder dritten Tage nach der Entfernung der Stöpsel.

Mittelst einer kleinen Hacke wird die obere Schicht der Brode, etwa 1 bis 2 Zoll tief, abgehackt und abgekratzt, oder mittelst einer besonderen Maschine ausgedreht, so daß der Boden völlig eben wird. Diese Maschine besteht aus einer Achse, welche in zwei Lagern ruht, nach beiden Seiten hin über diese Lager hinausgeht, an dem einen Ende eine Kurbel zum Drehen, an dem anderen ein System von zwei oder drei radial und etwas schräg gestellten Klingen oder Messern trägt, dessen Durchmesser dem oberen Durchmesser der Formen gleich ist. Gegen die sich drehenden Klingen werden die Brode in der Form gedrückt, natürlich mit Vorsicht, damit die Lackirung der Formen nicht leide. Wird das Messersystem abgeschraubt und gegen ein anderes geformtes ausgetauscht, so hat man die Maschine zum Anspitzen der Brode, welche in Fig. 135 abgebildet ist. Das zum Ausdrehen dienende Messersystem ist in der Figur an der Erde liegend dargestellt.

Fig. 135.

Das Decken der Brode geschieht jetzt sehr allgemein auf folgende Weise. Man bringt von dem abgehackten oder ausgedrehten Zucker, nachdem derselbe durch ein grobes Sieb geworfen ist, um die etwa vorhandenen Klumpen zu beseitigen und zu zerdrücken, eine Schicht auf die Brode, drückt dieselbe möglichst gleich und mäßig fest und ebnet sie (planirt sie) mit Hülfe des sogenannten Kuhfußes, einer, mit einem Stiele versehenen, ein wenig konvexen Scheibe. Hier und da geschieht das Planiren des aufgebrachten, grobpulverigen Zuckers auch erst am anderen Tage nach dem Aufbringen.

Durch wiederholtes Aufgießen von dichtester, kalter Zuckerlösung wird nun der, der Zuckermasse anhängende Sirup verdrängt, indem die Lösung langsam und gleichförmig durch die kristallinische Masse hindurchsickert, den gefärbten Sirup vor sich her schiebend und die Kristalle abspülend. Die Zuckerlösung (Decke oder Deckklärsel) muß begreiflich so konzentrirt sein, daß sie nicht lösend auf den Zucker wirkt; man giebt ihr eine Konzentration von 67 bis 68 Proz. Ball. kalt gewogen. Die aufgebrachte Schicht pulverigen Zuckers (Deckzucker) bewirkt das gleichförmige Eindringen der Decke in das Brod und dient eventuell auch noch zur völligen Sättigung der Decke mit Zucker. Zum Aufgießen der Decken wendet man recht zweckmäßig eine Gießkanne an, deren Ausguß aus einer flachgedrückten Röhre besteht, so daß die Flüssigkeit als ein dünnes, breites Band ausfließt.

Da der Deckzucker eine Kruste bekommt und bald vollständig zu einer dichten Masse erhärten würde, durch welche die Decken nicht zu dringen vermöchten, so wird er einige Minuten vor dem Decken, jedesmal oder sobald es nöthig ist, gebraust, das heißt mittelst einer kleinen Gießkanne, deren Brause möglichst feine Löcher hat, mit kaltem, klarem Wasser leicht oben hin überspritzt. Sollte dennoch auf den Broden die Decke stehen bleiben, so muß diesem durch Einhauen oder Durchstechen der hart gewordenen Schicht abgeholfen werden. Mit dem Decken wird fortgefahren, bis die Brode durchaus keine Färbung mehr zeigen, oder „nett“ sind. Die unterdeß in den verschiedenen Perioden ablaufenden Sirupe heißen grüne, halbgedeckte und gedeckte, je nachdem sie nicht, oder mehr oder weniger mit dem Decksirupe vermischt sind, oder fast nur aus diesem bestehen.

Das Decken bedingt die Anwendung einer reineren Zuckerlösung. Zu dem ersten Decken verwendet man den Sirup, welcher vor Beendigung des Ausdeckens abfließt („gedeckter Sirup“); zu dem späteren Decken dient ein, für den Zweck mit großer Sorgfalt aus schon sehr reinem Zucker eigens bereiteter Sirup, die Deckklärе oder Klärе.

Man löst den dazu bestimmten Zucker in reinem Wasser, Süßwasser oder zuweilen Kalkwasser in einer mit geschlossener Dampfschlange versehenen Pfanne unter Erhitzung bis auf 90° auf und schöpft den sich etwa bildenden Schaum ab. Die Lösung muß nach dem Erkalten die oben angegebene Konzentration zeigen; sie wird heiß über Kohle bester Beschaffenheit filtrirt.

Manche Zucker liefern kein vollkommen klares (blankes, glänzendes) Klärsel, was für eine gute Deckarbeit unbedingt erforderlich ist; man kann denselben während des Auflösens eine geringe Menge Blut zusetzen, besser aber das reinere Albumin, welches vorher in kaltem Wasser zu lösen ist; man muß in diesem Falle bis zur Bildung der Schaumdecke erhitzen und diese abschöpfen; wo

möglich ist die Siedetemperatur zu vermeiden, da die Lösung dadurch leicht etwas gefärbt wird. Blut oder Albumin setze man nur zu, wenn es unvermeidlich ist.

Die Reaktion des filtrirten Deckklärsels soll derart sein, daß nach dem Vermischen mit etwas heißem destillirten Wasser das violette Lackmuspapier erst nach einiger Zeit bläulich wird. Stärkere Alkalität benachtheiligt die Farbe der Deckkläre, und den Geschmack des Zuckers, eine andere Reaktion würde den Nachprodukten nachtheilig werden können.

Der Zweck läßt sich stets durch Anwendung von wenig klarem Kalkwasser erreichen. Man achte darauf, daß der zum Auflösen genommene Zucker frei von verändertem Zucker sei.

Man bestimmt die richtige Konzentration der Deckkläre während des Erhitzens, muß sich jedoch hier nach der Erfahrung richten, da sich für alle Fälle genaue Zahlen nicht wohl angeben lassen; geringe Abweichungen sind theils durch die Beschaffenheit der Zuckermasse in den Broden, theils durch die Temperatur auf dem Boden bedingt.

Die Deckkläre darf durchaus nicht opalisiren; die beste Art muß auch in dicken Schichten völlig ungefärbt sein. Die Konzentration und die Temperatur sind von großer Wichtigkeit. Zu schwach, löst die Kläre Zucker aus dem Brode auf, namentlich wenn sie etwas warm zur Anwendung kommt; zu stark, scheiden sich aus ihr beim Abkühlen unzählige feine Zuckerkristalle aus, die beim Decken die Brode so versetzen, daß die Kläre nicht mehr durchdringen kann. Zum Abkühlen der filtrirten Deckkläre benutzt man eine Kühlvorrichtung, z. B. eine lange, von kaltem, fließendem Wasser umgebene Kühlschlange, durch welche man die Kläre hindurchleitet.

Die Menge des zum „Nettwerden“ erforderlichen Deckklärsels ist je nach Beschaffenheit der auszudeckenden Waare verschieden, hängt jedoch weniger von deren Weiße, als von der Vollkommenheit ab, mit der der Sirup vor dem Decken abgezogen ist. Je vollständiger und rascher dieses geschehen ist, desto leichter deckt sich das Brod aus, desto weniger Vermischung findet zwischen Deckklärsel und Sirup statt, desto weniger Deckklärsel ist zum Nettwerden erforderlich.

In den meisten Fällen verwendet man zweierlei Deckkläre, eine bessere und eine etwas geringere. Jene geht zuerst über das Filter; schließlich süßt man das Filter ab; das Süßwasser wird zum Auflösen des Zuckers gebraucht.

Die Zucker zur Deckkläre werden vorzüglich aus den, von den späteren Decken ablaufenden reineren Decksirupen erhalten. Man verkocht diese auf große Formen und deckt sie mit dem letzten Decksirupe (gedeckten Sirup) aus, namentlich mit dem, welcher bei dem Nutschen entfällt (siehe unten), auch mit Wasserdecke, das heißt mit einem breiigen Gemisch aus reinem pulverigen Zucker und Wasser. Der so gewonnene Zucker wird in einen besseren und einen geringeren getrennt; dieser giebt die Kläre für den ersten, jener die für die letzten Decken. Das Abhackfel, der Abfegzucker, von den netten Broden, zerbrochene oder mangelhafte Brode liefern ebenfalls Zucker für Deckkläre, ebenso Kristallzucker und schöne, geschleuderte Rohzucker.

Vielfach werden sogenannte Wasserdecken angewandt, oder es ist doch die erste Decke eine solche. Man vermischt dazu den ausgedrehten Zucker mit völlig

klarem, kaltem Wasser, so daß ein honigdicker Brei entsteht. Dabei werden die Klumpen und harten Stücke zerdrückt und schließlich wird der Brei, um ihn gleichförmig zu erhalten, durch ein grobes Sieb gegeben. Zucker von ähnlicher Beschaffenheit (Abfall) kann zugesetzt werden. Die breiige Zuckermasse vertheilt man nun auf die Formen, von welchen der Zucker genommen wurde. Die Lösung sickert durch das Brod, verdrängt den Sirup, der ungelöste Zucker bleibt oben als besondere Schicht zurück. Die späteren Decken sind meistens klare Decken, können aber wenigstens anfangs auch noch Wasserdecken sein, welche natürlich dann unter Zusatz von immer reinerem Zucker zu dem wieder abgenommenen Zucker bereitet werden.

In einigen Fabriken wird der ausgedrehte Zucker nur zum Theil wieder auf die Brode gegeben, während aus dem anderen Theile mit kaltem Wasser eine Lösung von etwa 65 Proz. dargestellt wird, welche man dann aufgießt.

Eine *Wasserdecke* reinster Beschaffenheit wird auch wie folgt erhalten und in manchen Fabriken für die letzten Decken allen anderen vorgezogen, was jedenfalls auch abgesehen von dem wohl etwas kostspieligeren Wege ganz gerechtfertigt ist:

Man bestimmt einen Theil der *Brode* zur Darstellung der Deckkläre, kocht sie also wohl etwas gröber, um weniger Decken zu benöthigen, behandelt sie aber sonst genau so wie die übrigen, bis zum Abnutschen (s. u.). Sie werden dann nicht abgedreht, sondern im noch feuchten Zustande auf einer Rohzuckerschneidemaschine zerkleinert und dann in reinem (filtrirtem) kalten Wasser aufgelöst. Die Lösung, welche nicht vollkommen klar zu sein braucht, sondern noch Zucker suspendirt enthält, wird nicht filtrirt, sondern unmittelbar für die letzte oder zwei letzten Decken verwendet.

Es ist von großem Vortheil, daß diese Wasserdecke, wenn anders das Wasser rein war (weßhalb man auch wohl Kondenswasser nimmt), frei von allen sirupbildenden Einflüssen bleibt und daß in Folge hiervon sowohl die zuletzt ablaufenden gedeckten Sirupe als auch der im Brode verbleibende Deckklärerückstand reiner sind, als dies bei allen heiß dargestellten Klärseln der Fall sein kann.

Wenn der Decksirup so farblos abfließt wie die zuletzt aufgegebene Deckkläre, und wenn aus den Formen genommene Brode, beim *Besehen*, völlig frei von gefärbtem Sirup (nett) erscheinen, wird der aufgebrachte Zucker durch Abhacken entfernt, so daß ein ebener Boden entsteht, dann wird mit einem Messer ein schmaler Streifen Zucker im Umkreise des Bodens schräg abgeschnitten und diese dann auf die *Nutsche* (dem Absaugapparat) gestellt (genutscht).

Das *Nutschen* bezweckt die Entfernung eines möglichst großen Antheils des durch die Kapillarität zwischen den Kristallen zurückgehaltenen Decksirups. Diese Wirkung wird dadurch erzielt, daß man den Luftdruck unterhalb der Formspitze vermindert und so durch einen Theil des Atmosphärendrucks auf der Bodenseite des Brodes den Sirup nach der Formspitze befördert.

Die Figuren 136 bis 139 stellen den hierzu angewandten Apparat dar:

Eine Anzahl eiserner Röhren *AA* ist durch die Röhre *B* verbunden, wodurch ein Röhrenrost entsteht, der in Fig. 136 im Aufriß, in Fig. 137 theilweise

im Grundrisse erscheint. Die Röhren sind mit einer Anzahl offener Ansätze oder Stutzen *bbb* versehen, deren Zwischenräume der Größe der darauf aufzustellenden

Fig. 136.

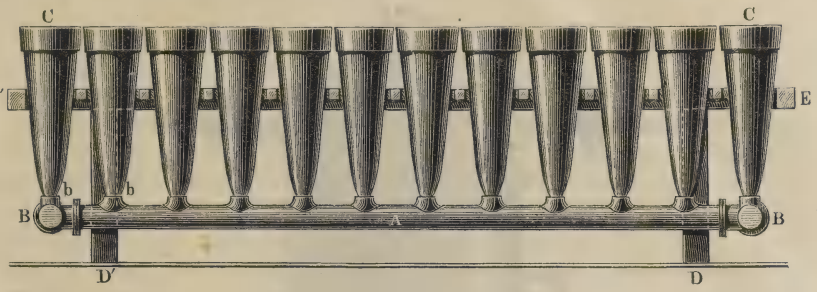
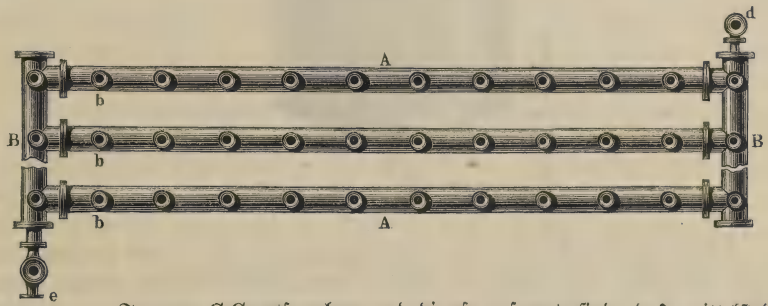


Fig. 137.



Formen *C C* entsprechen und die so geformt sind, daß mittelst der in Fig. 138 in vergrößertem Maßstabe abgebildeten „Nutschhütchen" aus Gummi, die Formspitzen dicht in diese Oeffnungen schließen, wobei die Schwere der gefüllten Form luftdichten Schluß bewirken muß.

Das Rahmengestell *E E'* aus Holz dient den Formen als Stütze.

Die Röhren werden etwa 3 Meter lang und meist in Verbindung zu zweien zur doppelten Länge genommen, man legt deren 6 bis 7 neben einander und erhält dadurch Raum für etwa 150 Brode. Obwohl das Nutschen 24 Stunden nicht ganz in Anspruch nimmt, so bedarf man doch meist soviel Nutschraum, wie der täglichen Brodefüllung entspricht, doch hängt die Arbeit wesentlich von der Natur des Produktes, sowie von dem Grade des Ablaufens ab, welcher vor dem Nutschen bewirkt worden.

Fig. 138.

Der „Nutschbatterie" giebt man nach dem Abfluß, hier nach *e* zu, eine geringe Neigung. Vom Hahn *e* führt ein Rohr nach dem an einer passenden Stelle aufgestellten Sirupbehälter *F* (Fig. 139 a. f. S.), welcher durch den Hahn *e'* von dieser Leitung getrennt werden kann, und in den die Leitung bei *f* mündet.

Dieser Sirupbehälter steht auf der andern Seite durch *l* mit einer Luftpumpe

(Nutschpumpe) in Verbindung, hat bei *g* ein Standglas, bei *i* einen Lufthahn und bei *h* einen durch einen Hahn verschließbaren Ablauf.

Fig. 139.

Stehen die Formen dicht auf den Nutschröhren, so ist *ee'* und *l* offen, *i*, *m* und *h* geschlossen. Die Luftpumpe bewirkt dann Luftverdünnung in dem Rohrsystem und saugt somit den Sirup in dieses und weiter nach *F*. Erkennt man am Standrohr, daß der Sirup bis nahe an *f* reicht, so wird *e'* und *l* geschlossen, *i* und *h* geöffnet und der Decksirup aus *h* abgelassen, worauf die Nutsche wieder in Thätigkeit gesetzt wird.

Bei *d* (Fig. 137) befindet sich ein Rohransatz mit Verbindung zur Dampfleitung; von Zeit zu Zeit werden die Nutschröhren, nach dem Gebrauche, von hier aus durch Dampf gereinigt, da sie sich allmälig durch Auskristallisiren des Sirups verstopfen. Dabei verschließt man die Ansätze durch Holzstopfen und öffnet den Hahn *e*. Der Nutschsirup wird mit dem gedeckten Sirup gemeinschaftlich verarbeitet.

Nach beendetem Nutschen werden die Brode aus den Formen genommen oder gelöscht. Hierauf werden sie meist angespitzt, das heißt, es wird die noch etwas feuchte Spitze durch Abdrehen etwas stumpfer gemacht.

Die angespitzten Brode bleiben nun mit der Form oder einer Papierkappe bedeckt, auf einer mit Papier belegten Stelle des Bodens so lange stehen, bis sich die Feuchtigkeit von der Spitze gleichmäßig verzogen hat (das Umkehren); dann kommen sie, auf Gestelle, in die durch Dampfheizröhren geheizte, unten mit Oeffnungen zum Einströmen der trockenen Luft, oben mit Oeffnungen zum Abziehen der feuchten Luft versehene, gemauerte Trockenstube (Stove oder Stave), deren

Temperatur bis zum dritten Tage auf 25° gehalten, dann aber nach und nach auf 50° gesteigert wird. Nach 6 bis 8 Tagen sind die Brode völlig getrocknet (klingend), um dann, nach allmäligem und vollständigem Abkühlen, schließlich einpapiert und verschnürt zu werden.

Die Nachprodukte.

Die Sirupe, welche während des Deckens von den Broden abfließen, finden in verschiedener Art weitere Verwendung. Es ist schon angegeben worden, daß die zuletzt ablaufenden, „gedeckten" Sirupe sich gut zu den ersten Decken der frischen Brode eignen, und es ist diese Verwendung jedenfalls die natürlichste. Ich will jedoch darauf aufmerksam machen, daß dieses Verfahren einen Kreislauf der Produkte bewirkt, der namentlich bei der hohen Temperatur, welcher die umlaufenden Flüssigkeiten ausgesetzt sind, sein Bedenken hat. Wenn man also bemerkt, daß die Decksirupe einen steigenden Gehalt und mehr veränderten Zucker erkennen lassen, als man erfahrungsmäßig, ohne Benachtheiligung der Beschaffenheit des fertigen Produktes darin belassen darf, so empfiehlt es sich, diesen Kreislauf zu unterbrechen. Zu diesem Zwecke verwendet man die Decksirupe eine Zeit lang in anderer Weise und nimmt nur wirkliche Deckkläre, keinen Decksirup zum Decken.

Die vorher entfallenden Sirupe, also die sogenannten halbgedeckten, sowie auch die gedeckten, im Falle sie nicht als Deckkläre Verwendung finden, werden auf Brodzucker verkocht, welche je nach ihrer Reinheit und nach der in der Fabrik gebräuchlichen Darstellung der Deckkläre verschiedene Verwendung finden können, von denen hier nur einige angedeutet sein mögen. Bei sehr reinem Klärsel kann man selbst aus dem zuerst ablaufenden oder mindestens aus gemischten Sirupen Brode erhalten, die der Raffinade nahe stehen, aber mehr oder weniger geringere Reinheit und Feinheit besitzen. Sie werden ebenso behandelt wie jene und kommen als geringere Raffinade oder Melis in den Handel.

Die Größe der Brode, welche man aus den Sirupen kocht, richtet sich nach der Reinheit des Produktes; unreinere Sirupe, also namentlich die „grünen", d. h. nicht mit Decksirup vermischten, werden auf größere Formen (Bastern, Lumpen) gefüllt. Nach dem Ablaufen werden sie mit passenden, beim Decken der Raffinade entfallenden Sirupen gedeckt und dann entweder zur Darstellung von Deckklärsel benutzt, mithin heiß gelöst und filtrirt, oder getrocknet und gemahlen, um Verbrauchszucker in Form von Zuckermehl, Farin, zu erhalten.

Wenn die Anfertigung von Farinen je nach dem Stande des Marktes nicht vortheilhaft erscheint, so werden die Nachprodukte der Raffinerie auf Rohzucker verarbeitet; man läßt dann den Sirup nur ablaufen und deckt nicht aus, oder man schleudert, ebenfalls ohne Decken oder mit einfacher Dampfdecke, und benutzt den so erhaltenen Zucker aller Produkte wie den ursprünglichen zum Schmelzen.

Wird aber Farin erzeugt, so werden die Bastern oder Lumpen vor dem Aufstellen auf die Gestelle stark gestochen, und nach dem Ausdecken von den feucht bleibenden Spitzen oder dunkleren Stellen befreit, ehe sie getrocknet werden. Genutscht werden sie nicht, das Trocknen dauert 10 bis 12 Tage.

Zum Zerkleinern des getrockneten Zuckers dienen die Farinmühlen.

III. Die Melisarbeit.

Anstatt, wie bisher angenommen, in zwei getrennten Fabrikationen zuerst Rohzucker als solchen und dann aus diesem Verbrauchszucker — in Broden oder einzelnen Kristallen — darzustellen, kann man diesen auch in einer einzigen Arbeit aus dem Rübensafte erhalten, wenn gewisse, zum Erzielen eines Produktes von der gewünschten Beschaffenheit unumgängliche Bedingungen erfüllt werden.

Es ist aus dem Vorhergehenden klar, daß diese Bedingungen sich nur auf die erforderliche Reinheit des Kochklärsels beziehen, indem man aus demselben ein zum Verbrauche geeignetes Product erzielen kann, wenn es von hinreichend reiner, besonders von reinerer Zusammensetzung ist, als es der eigentliche Dicksaft meistens zu sein pflegt.

Es kann die gewünschte Reinheit nun entweder eine natürliche oder eine künstliche, nämlich durch Zuckerzusatz, den man dann Einwurf nennt, bewirkte sein, und man unterscheidet demnach zweierlei Produkte: reinen Saftmelis und Einwurfmelis oder kurzweg Melis. Manche Fabriken stellen zwar keinen Brodzucker, aber doch Verbrauchszucker und zwar in der Form des Rohzuckers dar; derselbe wird Farin genannt und, mit Ausnahme einiger Abkürzungen bei der Bodenarbeit, in derselben Weise hergestellt, wie der Brodmelis; auch hier kann man Saftfarin und Einwurffarin unterscheiden. Es soll hier nur von der durch Einwurf erzeugten Waare die Rede sein.

Der Einwurf für den Melis kann nun entweder in der Fabrik selbst gewonnen werden, indem man einen Theil des Klärsels auf Melis, einen anderen Theil auf Rohzucker zum Einwurf verarbeitet, oder der Einwurf kann aus Rohzuckerfabriken gekauft werden. Außerdem liefern die Sirupe von der Melisfabrikation Material für Darstellung von Einwurfzucker, so daß, wenn eine Fabrik ohne Einwurf zu arbeiten beginnen wollte, sie im Laufe der Arbeit doch Zucker zum Einwurf erhalten würde.

Reinheit und Schönheit des Melis ist namentlich abhängig von der Menge des Einwurfs und von dem Grade der Reinigung, welche man demselben hat angedeihen lassen; nimmt man auch den Ankauf von verschiedenen Zuckern (vom geringsten Nachprodukte bis zum besten Kristallzucker) hinzu, so ergeben sich, mit Rücksicht auf die Möglichkeit, auch Sirupe einzuwerfen und den Einwurf an einer oder der anderen Stelle zu bewirken, eine ausgedehnte Reihe von Methoden, nach welchen gearbeitet werden kann, die dann auch eine ganze Reihe von unter einander im Aeußeren in gewissem Grade verschiedenen Zuckern liefern, unter denen die Wahl unter anderem auch nach dem Geschmack der Käufer entscheiden muß.

Unter hinreichender Knochenkohleanwendung und bei starkem Einwurfsverhältniß kann die Güte des Melis derjenigen der Raffinade begreiflich gleich kommen, wie denn eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Produkten nicht aufzustellen ist.

Von besonderem Einfluß auf den Gang der Arbeit und namentlich auf die

Verwerthung der Nachprodukte ist immer die in der Fabrik angenommene Art der Deckarbeit, d. h. die Darstellung der Deckklärsel.

Selbstverständlich läßt sich bei Klärsel von ein und derselben Beschaffenheit, innerhalb gewisser Grenzen auf Dichte des Brodes und Stärke des Korns beim Verkochen hinwirken. Je weiter man die Konzentration kommen läßt, ehe man nachzieht, bei je stärkerer Probe dies geschieht, je kleinere Mengen man auf einmal nachzieht, je lebhafter man kocht, desto kleiner werden die Kristalle. Je kleiner aber die Kristalle, desto weniger durchscheinend, desto milchweißer erscheint das Brod, desto weniger hart und desto schneller löslich wird der Zucker; je größer die Kristalle, desto durchscheinender, glitzernder, härter und langsamer löslich wird derselbe.

Aus dem Vakuum kommt die Füllmasse mit zu niederer Temperatur, als daß sie Brodzucker liefern könnte; man läßt sie deshalb in die mit Doppelboden versehenen Anwärmer fließen und erwärmt sie darin sehr allmälig und unter vorsichtigem Rühren auf die passende Temperatur, auf 85 bis 88°. Um die Füllmasse zum Ablassen aus dem Vakuum etwas dünnflüssiger zu machen, kann man sie auch schon im Vakuum schließlich ein wenig stärker erwärmen.

Bei dem Erwärmen im Anwärmer oder Vakuum lösen sich die feinen Kristalle auf, welche neben den größeren, härteren, körnigen Kristallen vorhanden sind und liefern dann später, beim Erkalten der Füllmasse in den Formen, die Zuckermasse, durch welche die Kristalle zusammengekittet werden, so daß ein festes, hartes, mehr oder weniger poröses Brod entsteht. Ein Theil des gelösten Zuckers bewirkt auch während des Aufenthaltes der Füllmasse in dem Anwärmer die Vergrößerung der vorhandenen kräftigeren Kristalle; diese wachsen auf Kosten des gelösten Zuckers. Wie im Vakuum beim Verkochen, kann nun auch im Anwärmer auf die Beschaffenheit des Brodes gewirkt werden; länger oder kürzer andauerndes Anwärmen, schwächeres oder stärkeres Rühren ändern in leicht ersichtlicher Weise die Beschaffenheit.

Nach gehörigem Anwärmen wird zum Einfüllen der Füllmasse in die Formen geschritten. In Betreff der weiteren Arbeit sei auf das bei der Raffineriearbeit Gesagte verwiesen.

Die Füllmasse kann auch geschleudert, der Zucker nach einem der neueren Verfahren in der Schleuder weiß gemacht und unter verschiedenen Namen als Mehl oder zu Würfeln geformt in den Handel gebracht werden (s. Seite 257).

Die Art, wie der Einwurf ausgeführt, d. h. wie das Melisklärsel dargestellt wird, sowie die mit dem Decken zusammenhängenden Theile der Fabrikation sind kaum in zwei Fabriken gleich und es läßt sich daher wenig Allgemeines darüber sagen; es wird mehr zur Klarheit über die Melisfabrikation beitragen, wenn ich dieselbe an einigen bestimmten, der Praxis entnommenen Beispielen darlege.

Erstes Beispiel. Die Fabrik kauft keinen Rohzucker und verkauft nur guten Melis.

Bis zur Verdampfung im Dreikörper unterscheidet sich die Arbeit nicht von derjenigen auf Rohzucker. Hier wird das Produkt in zwei Theile getrennt: Ein Theil Saft, soviel wie erfahrungsmäßig nothwendig, wird wie für Rohzucker verkocht und auf Bastern oder Lumpen gefüllt, um auf Deckzucker verarbeitet zu werden.

Der übrige, größere Theil wird nur bis etwa 40 Prozent eingedampft und in diesem Saft das zweite und dritte, wenn möglich auch das vierte Produkt aufgelöst. Zu Anfang der Kampagne nimmt man die Nachprodukte der vorhergehenden, die man je nach Bedürfniß durch Umschmelzen oder auch Maischen und Schleudern (S. 275) soweit gereinigt hat, daß sie einen guten Einwurf darstellen; später werden Zucker aus allen Sirupen genommen, die in Kasten, kleinen oder großen Behältern kristallisirt haben, und die durch Ablaufenlassen (bei den guten) oder Ausschleudern (bei den geringeren Produkten) in Sirup und Zucker getrennt worden sind. Wenn diese Zucker im Ganzen zu gering ausfallen, so wird die auf Rohzucker zu verarbeitende Saftmenge vergrößert und der über die Deckzuckermenge überschießende Antheil auf erstes Produkt geschleudert, welches dann als reinerer Einwurf das Produkt verbessert. Das Verhältniß der Saftvertheilung wird durch die gewünschte Beschaffenheit des Melis bestimmt, welche man möglichst gleichmäßig zu erhalten sucht. Aus diesem Grunde werden die dunkelsten letzten Produkte oft gar nicht mit eingeworfen, sondern in einer besonderen Arbeitszeit — im Sommer — erst einer vorläufigen Klärung und Filtration unterworfen, wobei allerdings wieder eine Reihe von Nachprodukten erzielt wird.

Das Klärsel aus Dicksaft und Einwurf hat 55 bis 60 Prozent; man erhitzt mit etwas Blut zum Kochen und filtrirt über viel Knochenkohle. Es finden also drei getrennte Filtrationen statt: saturirter Saft zu Dünnsaft, Dicksaft zu Decklärselzucker (und zu besserem Einwurf) und Melisklärsel. Die Verarbeitung des letzteren, einschließlich der Bodenarbeit, ist die der Raffinade.

Die zum Deckzucker bestimmten Bastern können in verschiedener Weise behandelt werden. Am einfachsten werden sie gemaischt, geschleudert und mit Hülfe von verdünntem Sirup, Wasser und Dampf weiß ausgedeckt; wird der Zucker dadurch nicht weiß genug, so kann man ihn nochmals mit gedecktem Sirup maischen und nochmals schleudern; doch kostet dies viel Zucker. Man bringt daher besser die Bastern auf einen getrennten Bodenraum und deckt sie erst mit gedecktem Melissirup und zuletzt mit irgend einer Wasserdecke aus, wozu man den von den Bastern entnommenen Abfegezucker oder auf Kristall gekochten und in der Schleuder weiß gemachten Rohzucker ersten Produktes anwenden kann.

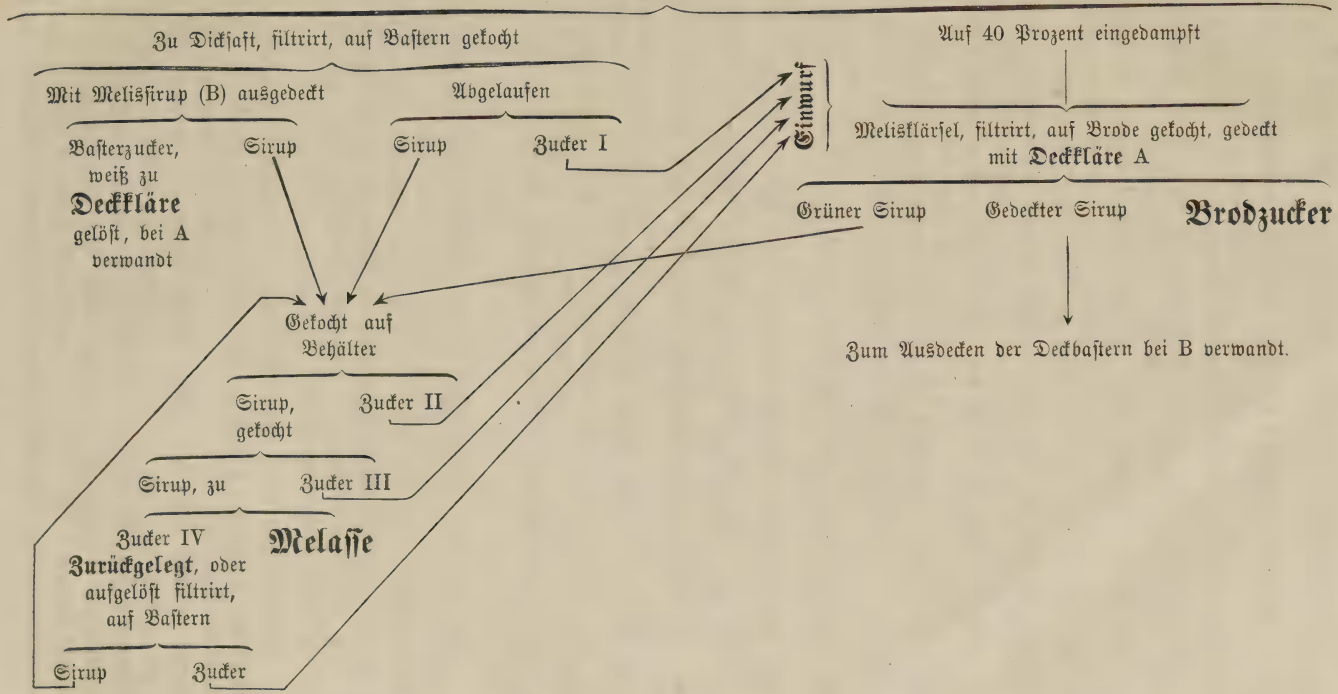
Nicht immer gelingt es, in dieser Weise vollkommen weißen Zucker und farblose Deckläre zu erhalten. Man stellt dann eine besondere für die letzten Melisdecken aus dem Abfegezucker der Melisbrode selbst dar.

Die vom Schleudern oder Ausdecken der Deckbastern herrührenden Sirupe, nebst dem Sirup von den etwaigen Rohzuckerbastern (welche als Einwurf dienen) werden mit dem grünen Melissirup zusammen gekocht und auf kleine Kristallisirbehälter gefüllt. Beim Ausschleudern wird Rohzucker zum Einwurf und demselben entsprechender Sirup u. s. w. erhalten. Bleibt von den gedeckten Melissirupen, nachdem sie zum Basterdecken verwandt sind, noch ein Theil übrig, so werden sie entweder zu den ersten Melisdecken verwendet (was jedoch weniger empfehlenswerth) oder man kocht sie auf Bastern, wo sie nach dem bloßen Ablaufen einen guten Einwurf bilden; der Sirup davon geht zum übrigen Bastersirup.

Ich habe versucht, diese Arbeit in dem folgenden Schema I. übersichtlich darzustellen.

Schema I.

Dünnsaft



Bei dieser, wie bei allen ähnlichen Arten zu arbeiten, findet ein gewisser Kreislauf der Produkte statt, die nicht eher aus dem zu durchlaufenden Wege ausscheiden, als bis sie denselben zum Theil mehrmals gewandert sind. Hierbei kann es nicht ausbleiben, daß in den, wenngleich konzentrirten Lösungen, in Folge ihres geringen Kalkgehaltes und der vielfach wiederholten Berührung mit warmer Luft, ein Theil Zucker verändert wird und zwar um so mehr, je mehr dieser Kreislauf sich ausdehnt, so daß unter Umständen sogar saure Sirupe entstehen können, die dann noch mehr zur Umsetzung geneigt sind. Ist eine solche Umsetzung zu einem gewissen Grade gediehen, so stellen sich die Folgen leicht in feuchten und mißfarbigen Broden dar und es läßt sich das Uebel wohl nur durch Abbrechen der Arbeit und gründliche Reinigung aller Rinnen, Gestelle u. s. w. abstellen. Häufige Vergleichsprüfungen mit den betreffenden Sirupen, namentlich den Melissirupen und der Deckkläre, sowie der Rinde der fertigen Brode auf veränderten Zucker, dessen Bildung übrigens niemals ganz zu vermeiden ist, der aber auch in dem äußersten Theile des fertigen Produktes nur in kaum nachweisbaren Spuren vorkommen darf, geben allein Aufschluß über die etwaige nachtheilige Einwirkung des angedeuteten Kreislaufes. Dieselbe ist am besten dadurch zu verhüten, daß man das Ausdecken der Deckbastern durch mehre Wasserdecken aus Zucker abschließt, welcher keinen veränderten enthält, und so an einem wichtigen Punkte eine vollkommen reine, dem Kreislauf nicht unterworfen gewesene Lösung einführt. Sollte dies Mittel auf die Dauer nicht helfen, so ist eine Zeit lang kalte oder Wasserdecke oder doch aus völlig reinem Roh- (Kristall-) Zucker dargestellte Deckkläre auf die Brode zu geben, bis die beschädigten Sirupe aus dem Kreislauf entfernt sind. Diese werden am besten, wenn ihr Gehalt an verändertem Zucker etwa fortwährend steigt, von Zeit zu Zeit für sich zu Farin verkocht und so baldmöglichst entfernt. Die dabei entfallenden Sirupe sind dann auch auf Farin aufzuarbeiten. Oefteres Ausstreichen der Rinnen u. s. w. mit Kalkbrei ist namentlich im Sommer sehr zu empfehlen und verhütet wirksam die nachtheilige Veränderung der Sirupe und Nachprodukte.

Indessen wird bei sorgsamer Arbeit, Einschränkung des Kreislaufes und richtiger zeitweiser Anwendung von Wasserdecken oder reiner Deckkläre selten die Nothwendigkeit zu solchen, den Betrieb störenden Maßregeln sich ergeben. Nicht zu übersehen ist, daß im Sommer auch die Bienen in manchen Fabriken viel zur Bildung von verändertem Zucker beitragen; sie sollten daher mit allen Mitteln von den Böden abgehalten werden.

Zweites Beispiel. Hauptverhältnisse wie oben. Man wirft nicht in den eingedickten Dünnsaft, sondern in den filtrirten Dicksaft ein. Derselbe ist einerseits reiner, andererseits aber auch konzentrirter als jener und gestattet aus letzterem Grunde nicht die gleiche Menge Einwurf. Indessen läßt man zur Schmelzpfanne auch die Süßwasser der Filter gehen und erwärmt während des Schmelzens meist mit offener Dampfschlange, so daß trotz der Dicksaftkonzentration, die durch den Einwurf auf 60 Prozent erhöht wird, doch eine große Menge Zucker zugesetzt werden kann. Das so dargestellte Melisklärsel wird nochmals filtrirt und es hat also der Saftantheil desselben eine dreimalige Behandlung mit Knochen-

kohle erfahren. Im übrigen unterscheidet sich die Arbeit nur wenig von der des ersten Beispiels.

Drittes Beispiel. Für gleiche Arbeitsverhältnisse wird nicht in den Dicksaft, sondern in den filtrirten Dünnsaft eingeworfen.

Man theilt diesen in zwei Theile: Der geringere, zuletzt vom Filter kommende, wird mittelst Verdampfung, Dicksaftfiltration und Verkochen auf Rohzucker verarbeitet. Er liefert durch Ablaufen, oder besser durch Schleudern der Bastern den besseren Einwurf, den man mit dem zweiten Produkt, und wo möglich auch den Nachprodukten in dem besseren Theile des Dünnsaftes auflöst und zwar zu Dicksaft- oder Klärselschwere; man filtrirt (also nur zweimal) und kocht das somit aus Dünnsaft und Einwurf erhaltene Klärsel auf Brode; die Konzentration desselben ist demnach nur durch Zuckerzusatz, ohne Verdampfung erreicht worden.

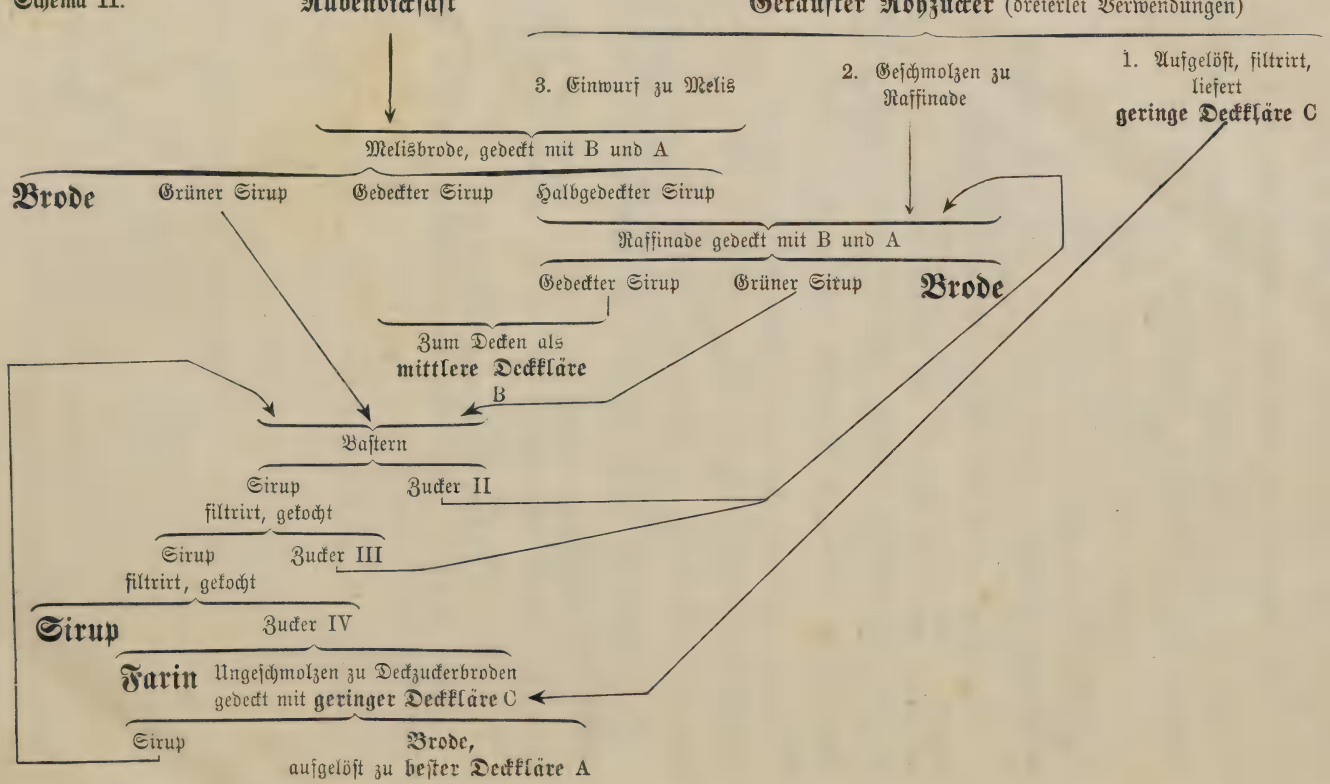
Den Deckzucker kann man nach einer der vorher angegebenen Methoden darstellen. Am besten nimmt man dazu Bastern aus reinem Dicksaft oder aus grünem Melissirup, die man mit gedecktem Melissirup und schließlich mit einer aus besonders sorgfältig geschleudertem ersten Produkte dargestellten Wasserdecke weiß gedeckt hat. Zu den letzten Decken der Melisbrode nimmt man die reinsten, aus Abfegezucker (kalt oder heiß) dargestellten Deckklärsel.

Viertes Beispiel. An gutem Einwurf wird so viel zugekauft, als etwa dem im eigenen Dicksafte enthaltenen Zucker entspricht; dies gestattet, im Verein mit reichlich angewandter, kalkarmer (6 Prozent) und sehr feiner Kohle, die Herstellung eines fast farblosen Melisklärsels. Dasselbe liefert Melis I und die Sirupe hiervon, einschließlich des gedeckten, Melis II. Die Unreinigkeiten konzentriren sich dann stark auf die späteren Sirupe, welche sämmtlich auf geringe Farine verarbeitet werden.

Außer dem Rohzucker zu Einwurf wird ferner zu Deckklärsel Kristallzucker von 95 bis 99 Prozent Polarisation gekauft, und aus demselben mittelst starker Filtration die Deckkläre dargestellt; die Süßwasser dieser Filter gehen nicht wieder zur Deckkläre und es findet also keinerlei Kreislauf statt.

Fünftes Beispiel. Dieses möge durch nachfolgendes Schema II. erläutert werden.

Schema II.


Rübendicksaft
Gekaufter Rohzucker (dreierlei Verwendungen)
3. Einwurf zu Melis
2. Geschmolzen zu Raffinade
1. Aufgelöst, filtrirt, liefert geringe Deckkläre C
Melisbrode, gedeckt mit B und A
Brode
Grüner Sirup
Gedeckter Sirup
Halbgedeckter Sirup
Raffinade gedeckt mit B und A
Gedeckter Sirup
Grüner Sirup
Brode
Zum Decken als mittlere Deckkläre B
Bastern
Sirup filtrirt, gekocht
Zucker II
Sirup filtrirt, gekocht
Zucker III
Sirup
Zucker IV
Farin
Ungeschmolzen zu Deckzuckerbroden gedeckt mit geringer Deckkläre C
Sirup
Brode, aufgelöst zu bester Deckkläre A

Anhang.

Allgemeine Regeln für den Betrieb der Dampfkessel

(aufgestellt vom Magdeburger Verein für Dampfkesselüberwachung).

1. Das Kesselhaus halte man sauber und frei von Allem, was nicht dahin gehört. Außer den Heizern und den Aufsichtsbeamten darf Niemand dasselbe betreten. Die Heizer sind berechtigt und verpflichtet, Unbefugte zu entfernen.

2. Sämmtliche Apparate sind rein und gangbar zu erhalten und bei jedem Kaltlegen der Kessel sorgfältig nachzusehen. Namentlich sind die Wasserstands-, Manometer- und Speiseröhren gründlich zu reinigen.

3. So lange Feuer auf dem Roste ist, darf der Heizer den Kessel nicht verlassen.

4. Rost und Aschenfall sollen rein und luftig sein. Der Rost ist stets mit Kohlen bedeckt zu halten.

5. Die Feuerthüren öffne man so selten als möglich und beschränke vorher den Zug. Das Heizen soll rasch und bei mehren Feuerungen stets abwechselnd erfolgen.

6. Der Wasserstand darf niemals unter die Wasserstandsmarke des tiefsten zulässigen Standes sinken.

7. Die Wasserstandsapparate sind täglich oft zu probiren und von Schlamm rein zu halten. Jede Verstopfung ist sofort zu beseitigen, andernfalls ist das Feuer zu löschen und der Kessel kalt zu legen.

8. Die Speisevorrichtungen sind abwechselnd zu betreiben, um ihres brauchbaren Zustandes sicher zu sein. Gerathen sie in Unordnung, so ist das Feuer sofort zu löschen und der Betrieb einzustellen.

9. Der Dampfdruck darf die am Manometer ersichtliche konzessionsmäßige Dampfdruckmarke niemals übersteigen.

10. Die Manometer sind täglich zu kontroliren, ob sie rasch auf den Nullpunkt sinken und auf den früheren Stand zurückgehen.

11. Das Sicherheitsventil muß täglich durch vorsichtiges Lüften beweglich erhalten werden. Jede Aenderung der vorschriftsmäßigen Belastung ist streng verboten.

12. Ventile und Hähne sind stets langsam zu öffnen und zu schließen.

13. Das Abblasen eines Kessels darf nur erfolgen, nachdem das Feuer gelöscht, durch Oeffnen des Essenschiebers das Mauerwerk abgekühlt und der Dampfdruck unter eine Atmosphäre gesunken ist.

14. Schlammiges Wasser entferne man möglichst oft und zwar nach Stillstandspausen durch theilweises Abblasen bis zur Wasserstandsmarke.

15. Das Füllen der Kessel darf erst dann geschehen, wenn der Kessel gehörig abgekühlt ist.

16. Zum Speisewasser mische man bei Anwendung von kondensirtem oder gekochtem Wasser täglich frisches, lufthaltiges (Brunnen-, Fluß- oder Regen-) Wasser.

17. Der Kesselstein muß sorgfältig und an den Nietköpfen und Stemmnäthen besonders behutsam abgeklopft werden. Schlamm ist durch Abkratzen und Auswaschen zu entfernen.

18. Züge und Kessel müssen, so oft dies möglich, von Asche und Ruß gereinigt werden.

19. Vor Stillstandspausen und, wenn irgend thunlich, während derselben speise man den Kessel über den gewöhnlichen Wasserstand, lasse den Dampfdruck möglichst sinken, dämpfe das Feuer und beschränke den Zug. Vor längerer Ruhe lösche man das Feuer gänzlich und schließe den Essenschieber.

20. Sinkt das Wasser so tief, daß der Stand nicht mehr mit Sicherheit erkannt werden kann, so darf der Kessel unter keinen Umständen gespeist werden. Man lösche sofort das Feuer, schließe die Dampfventile, öffne den Essenschieber und benachrichtige den Vorgesetzten.

21. Schäumt das Wasser, so speise man den Kessel mit frischem Wasser, blase das überflüssige Wasser vorsichtig ab und dämpfe das Feuer, bis sich das Wasser beruhigt hat.

22. Steigt der Dampf zu hoch, so dämpfe man das Feuer, speise den Kessel und überzeuge sich, ob das Sicherheitsventil in Ordnung ist.

23. Undichtigkeiten und schadhafte Stellen sind sofort dem Vorgesetzten anzuzeigen und durch Sachverständige zu beseitigen, wie im Revisionsbuche zu vermerken.

333 062/70

Date Due

All library items are subject to recall 3 weeks from the original date stamped.

OCT 2 9 2001		
NOV 1 4 2001		
MAR 2 0 2012		

Brigham Young University

BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY
3 1197 21870 7005